

FACULTÉ DE MÉDECINE DE PARIS

Année 1921

THÈSE

310 N°

POUR

LE DOCTORAT EN MÉDECINE

PRÉSENTÉE PAR

Étienne-Pierre-Philippe LACROIX

Né à Paris le 6 Octobre 1887.

OBSERVATIONS CLINIQUES ET RECHERCHES EXPÉRIMENTALES

SUR

L'ANESTHÉSIE GÉNÉRALE

PAR ÉTHÉRISATION RECTALE

CONTRIBUTION A L'ÉTUDE DE L'ABSORPTION PAR LE RECTUM

*(Travail fait à l'Institut de Chimie physiologique
de la Faculté de Médecine de Strasbourg.)*

Président : M. F. LEGUEU, Professeur.

PARIS

IMPRIMERIE DE LA COUR D'APPEL

L. MARETHEUX, Directeur

1, RUE CASSETTE, 1

1921

FACULTÉ DE MÉDECINE DE PARIS

Année 1921

THÈSE

POUR

N° 310

LE DOCTORAT EN MÉDECINE

PRÉSENTÉE PAR

Étienne-Pierre-Philippe LACROIX

Né à Paris le 6 Octobre 1887.

OBSERVATIONS CLINIQUES ET RECHERCHES EXPÉRIMENTALES

SUR

L'ANESTHÉSIE GÉNÉRALE

PAR ÉTHÉRISATION RECTALE

CONTRIBUTION A L'ÉTUDE DE L'ABSORPTION PAR LE RECTUM

*(Travail fait à l'Institut de Chimie physiologique
de la Faculté de Médecine de Strasbourg.)*

Président : M. F. LEGUEU, Professeur.



PARIS

IMPRIMERIE DE LA COUR D'APPEL

L. MARETHEUX, Directeur

1, RUE CASSETTE, 1

1921

FACULTÉ DE MÉDECINE DE PARIS

Le Doyen.		M. ROGER.
Assesseur		M. POUCHET.
Professeurs		MM.
Anatomie		NICOLAS.
Anatomie médico-chirurgicale.		CUNEO.
Physiologie		CH. RICHET.
Physique médicale.		ANDRÉ BROCA.
Chimie biologique		DESGREZ.
Bactériologie.		BEZANÇON.
Parasitologie et histoire naturelle médicale		BRUMPT.
Pathologie et thérapeutique générales		MARCEL LABBÉ.
Pathologie médicale		RENON.
Pathologie chirurgicale.		LECENE.
Anatomie pathologique.		LETULLE.
Histologie		PRENANT.
Opérations et appareils.		DUVAL.
Pharmacologie et matière médicale		POUCHET.
Thérapeutique		CARNOT.
Hygiène		BERNARD.
Médecine légale		BALTHAZARD.
Histoire de la médecine et de la chirurgie		MENETRIER.
Pathologie expérimentale et comparée.		ROGER.
		ACHARD.
		WIDAL.
Clinique médicale		GILBERT.
		CHAUFFARD.
Hygiène et clinique de la première enfance		MARFAN.
Clinique des maladies des enfants		NOBECOURT.
Clinique des maladies mentales et des maladies de l'encéphale.		DUPRE.
Clinique des maladies cutanées et syphilitiques		JEANSELME.
Clinique des maladies du système nerveux.		P. MARIE.
Clinique des maladies contagieuses		TEISSIER.
		DELBET.
Clinique chirurgicale		LEJARS.
		HARTMANN.
		GOSSET.
Clinique ophtalmologique.		DE LAPERSONNE.
Clinique des maladies des voies urinaires		LEGUEU.
		BAR.
Clinique d'accouchements.		COUVELAIRE.
		BRINDEAU.
Clinique gynécologique.		J.-L. FAURE.
Clinique chirurgicale infantile		BROCA (AUGUSTE).
Clinique thérapeutique		VAQUEZ.
Clinique oto-rhino-laryngologique.		SEBILEAU.

Agrégés en exercice :

MM. ABRAMI	MM. DUVOIR	MM. LANGLOIS	MM. PHILIBERT
ALGLAVE	FIESSINGER	LARDENNOIS	RATHERY
BASSET	GARNIER	LE LORIER	RETTERER
BAUDOUIN	GOUGEROT	LEMIERRE	RIBIERRE
BLANCHETIÈRE	GRÉGOIRE	LEQUEUX	RICHAUD
BRANCA	GUÉNIOT	LEREBOLLET	ROUSSY
CAMUS	GUILLAIN	LERY	ROUVI RE
CHAMPY	GUILLEMOT	LEVY-SOLAL	SCHWARTZ
CHEVASSU	HEITZ-BOYER	MATHIEU	TANON
CHIRAY	JOYEUX.	METZGER	TERRIEN
CLERC	LABBE (HENRI)	MOCQUOT	TIFFENEAU
DEBRE	LAIGNEL-	MULON	VILLARET
DESMAREST	LAVASTINE	OKINCZYK	

Par délibération en date du 9 décembre 1798, l'École a arrêté que les opinions émises dans les dissertations qui lui seront présentées doivent être considérées comme propres à leurs auteurs et qu'elle n'entend leur donner aucune approbation ni improbation.

A MON PÈRE, LE DOCTEUR LOUIS LACROIX

Bien faible témoignage de reconnaissance filiale.

A MA FEMME

A MON FILS

A LA MÉMOIRE DE MA MÈRE

A LA MÉMOIRE DE MA GRAND'MÈRE ADOPTIVE
MADAME P. RICORD

A LA MÉMOIRE DE MON FRÈRE, ÉTIENNE LACROIX

LICENCIÉ EN DROIT,
CHEVALIER DE LA LÉGION D'HONNEUR,
LIEUTENANT AU 350^e RÉGIMENT D'INFANTERIE,
MORT POUR LA FRANCE LE 3 AOUT 1918

A LA MÉMOIRE DE MON PARRAIN,
LE DOCTEUR PHILIPPE RICORD

ANCIEN PRÉSIDENT DE L'ACADÉMIE DE MÉDECINE,
GRAND-OFFICIER DE LA LÉGION D'HONNEUR

A MES CAMARADES DU 31^e RÉGIMENT D'INFANTERIE

A MES PARENTS, A MES AMIS

A MON BEAU-FRÈRE, LE DOCTEUR MAURICE NICLOUX

PROFESSEUR A LA FACULTÉ DE MÉDECINE DE STRASBOURG

A MES MAÎTRES DANS LES HÔPITAUX

MONSIEUR LE PROFESSEUR ACHARD (Necker).

MONSIEUR LE DOCTEUR LE NOIR (Saint-Antoine).

EXTERNAT :

MONSIEUR LE DOCTEUR RENAULT (Ricord).

MONSIEUR LE DOCTEUR FOURNIER (Ricord).

MONSIEUR LE DOCTEUR ROCHARD (Saint-Louis).

MONSIEUR LE DOCTEUR LABEY (Beaujon).

MONSIEUR LE DOCTEUR GUIBÉ (Beaujon).

MONSIEUR LE PROFESSEUR AGRÉGÉ CASTAIGNE (Beaujon).

MESSIEURS LES MÉDECINS PRINCIPAUX DELPORTE ET FRIANT
(Hôpital militaire Bégin).

A MONSIEUR LE PROFESSEUR AGRÉGÉ JEAN CAMUS
AUX DOCTEURS CHARLES DAVID ET PAUL BRODIN

A MES MÉDECINS CHEFS PENDANT LA GUERRE

A MON PRÉSIDENT DE THÈSE

MONSIEUR LE PROFESSEUR F. LEGUEU

OBSERVATIONS CLINIQUES ET RECHERCHES EXPÉRIMENTALES

SUR

L'ANESTHÉSIE GÉNÉRALE

PAR ÉTHÉRISATION RECTALE

INTRODUCTION

La découverte de l'anesthésie générale remonte à Humphry Davy qui, le premier, en 1800, provoqua le sommeil en faisant respirer à ses malades le protoxyde d'azote ou *gaz hilarant*. Ce ne fut toutefois qu'en 1842 que Crawford Long endormit ses malades à l'aide de l'éther sulfurique; mais, cet auteur ayant gardé le secret sur sa découverte, le mérite de celle-ci revient à Morton, élève et assistant de Horace Wells, qui, en 1846, sur le conseil du chimiste Charles Jackson, substitua l'éther au protoxyde d'azote. Il pratiqua la première anesthésie sur l'homme, le 17 octobre 1846, au cours d'une opération chirurgicale faite par le D^r Warren.

Le 8 mars 1847 Flourens annonçait que le chloroforme découvert par Soubeiran une quinzaine d'années auparavant avait une action analogue à celle de l'éther, mais plus énergique et plus rapide. Simpson appliqua ce nouvel anesthésique à l'homme et il fit à ce sujet une communication à la Société médico-chirurgicale d'Edimbourg le 18 novembre 1847. En 1847 également, Flourens signalait le chlorure d'éthyle qui ne fut employé qu'une cinquantaine d'années plus tard, en 1895.

Si j'ai intentionnellement rappelé ces dates, c'est pour montrer que l'idée de réaliser l'anesthésie générale en injectant l'éther dans le rectum est contemporaine de l'anesthésie elle-même. Roux⁽¹⁾, en effet, suggère le premier dans une communication faite à l'Académie des Sciences le 1^{er} février 1847 la possibilité d'obtenir l'anesthésie générale par éthérisation rectale ; la même année son élève Marc Dupuy⁽²⁾, expérimentant sur l'animal, injecte un mélange d'éther et d'eau dans le rectum.

Après un enthousiasme de courte durée cette méthode eut des phases successives d'oubli et de vogue jusqu'à la période actuelle.

Je n'ai l'intention de faire dans ce travail, ni l'histoire de ce procédé d'anesthésie ni sa bibliographie complète ; on les trouvera dans les plus récents travaux des différents auteurs que nous aurons à citer et, en particulier, dans le mémoire de F. Legueu, L. Morel et H. Verliac qui date de 1909⁽³⁾. Ces auteurs, qui ont fait de cette méthode une étude complète, ont décrit un appareil perfectionné susceptible de faire parvenir dans le rectum des doses variables d'éther et d'oxygène et ils ont étudié sur un grand nombre d'animæux les lésions consécutives à l'injection.

Depuis ce mémoire important il faut citer Gwathmey⁽⁴⁾ qui, en 1913, a proposé d'utiliser un mélange d'éther et d'huile, moins volatil et moins irritant pour la muqueuse rectale que l'éther en nature.

On trouvera la bibliographie complète jusqu'à cette période dans l'ouvrage de Brunn⁽⁵⁾.

1. ROUX. Sur les effets de l'éther. *Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie des Sciences*, 1847, t. XXIV, p. 143-149.

On lit, page 146 : « ... et déjà je me suis demandé si pour l'air éthéré lui-même, on ne pourrait pas prendre pour voie d'introduction la dernière partie de l'appareil digestif, dans laquelle, on le sait, l'absorption des substances étrangères se fait avec une grande facilité ».

2. MARC DUPUY. Note sur les effets de l'injection de l'éther dans le rectum (Commission de l'éther). *Bulletin de l'Académie royale de Médecine*, 1846-1847, t. XII, p. 458.

3. F. LEGUEU, L. MOREL et H. VERLIAC. L'anesthésie par voie rectale. *Archives générales de Chirurgie*, 1909, 3^e année, t. IV et V, p. 551-560 et 661-681.

4. J.-T. GWATHMEY. Oil-ether anæsthesia. *The Lancet*, 20 décembre 1913, vol. II, p. 1756-1758.

5. M. v. BRUNN. *Die Allgemeinnarkose*. Un vol. in-8, 1913, 477 p., in *Neue deutsche Chirurgie*, Ferdinand Enke, Stuttgart. (Littérature relative à l'anesthésie rectale, p. 427 et 428.)

De nouveau l'attention fut attirée sur ce procédé d'anesthésie, vers la fin de la guerre, par des articles de journaux médicaux⁽¹⁾; citons en particulier celui de M. Robert Monod⁽²⁾.

Je me trouvais à cette époque (janvier 1919), convalescent après blessure de guerre, à l'hôpital mixte de Fontainebleau, dans l'équipe chirurgicale de M. David dont j'étais l'assistant. Sous sa direction furent pratiquées neuf anesthésies par ce procédé. Je tiens à remercier ici M. David d'avoir bien voulu m'autoriser à pratiquer ces anesthésies dans son service et à les publier dans ce travail. (La discussion de ces observations est consignée dans le chapitre III de cette étude, page 33.)

Quelques mois plus tard paraissait dans les *Bulletins et Mémoires de la Société de Chirurgie de Paris* un rapport de M. Wiart sur un travail de M. Vitrac, concernant l'anesthésie générale par l'éther administré par voie rectale⁽³⁾. Ce rapport fut suivi d'une discussion dont les conclusions se trouvent, d'une façon générale, corroborées par nos observations personnelles.

Était-il donc inutile de publier ces dernières? Je l'avais d'abord pensé; mais, à la réflexion, il m'a paru intéressant d'ajouter aux résultats fournis par l'observation purement clinique ceux que donnerait une étude expérimentale chimico-physiologique de la méthode en question.

C'est cette étude que j'ai entreprise sous la direction de M. Nicloux, professeur à la Faculté de Médecine de Strasbourg, dans l'Institut de Chimie physiologique dont il est le directeur.

M. le professeur Nicloux a non seulement mis à ma disposition ses laboratoires et ses instruments, mais il m'a prodigué au cours de ce travail ses conseils techniques et son aide effective.

1. J. LUZOIR. Méthodes américaines d'anesthésie (3^e article). Anesthésie par injection intrarectale d'un mélange d'éther et d'huile. *Presse médicale*, 1917, n^o 62, p. 641-643.

2. R. MONOD. Technique et indications de l'anesthésie par éthérisation intrarectale. *Presse médicale*, 1918, n^o 68, p. 630-631.

3. M. VITRAC. Anesthésie générale par l'éther administré par voie rectale (rapport de M. P. Wiart). *Bulletins et Mémoires de la Société de Chirurgie de Paris*, 1919, t. XLV, p. 934-948.

Voir également A. CHALIER et CH. DUNET : Anesthésie générale par éthérisation rectale (72 observations) in XXVIII^e Congrès de Chirurgie. Un vol. in-8, 819 p. Paris, Félix Alcan, 1919, voir p. 241-267. — *Id.* L'éthérisation rectale, revue critique. *Revue de Chirurgie*, 1920, n^{os} 9-10, p. 584-604.

C'est grâce à lui notamment que j'ai pu déterminer exactement dans le sang les quantités d'éther absorbées par la voie rectale et les comparer aux chiffres que fournit l'anesthésie par inhalation. Qu'il veuille bien trouver ici l'expression sincère de ma vive gratitude.

Pour des raisons qui seront développées plus loin, j'ai complété cette étude expérimentale par la mesure des tensions de vapeur des différents mélanges éthéro-huileux, à des températures voisines de celle de l'organisme.

Je diviserai mon travail de la façon suivante : un *premier chapitre* sera consacré à l'exposé de mes observations cliniques ; dans un *deuxième chapitre* je ferai l'étude expérimentale, chez l'animal, de l'anesthésie par éthérisation rectale et de l'absorption par le rectum ; un *troisième chapitre* fera l'objet de la discussion des observations cliniques chez l'homme et des expériences physiologiques chez l'animal, avec un essai d'interprétation des résultats. Je donnerai enfin mes conclusions motivées que je puis par avance résumer comme suit : l'anesthésie par la voie rectale n'a pas donné jusqu'à ce jour et est peut-être incapable de donner jamais une anesthésie parfaite qu'aujourd'hui tout chirurgien doit être assuré d'obtenir.

Cette étude aura donc eu un triple but. Elle aura : 1° corroboré les conclusions de M. Wiart sur le travail de M. Vitrac ; 2° permis de se rendre compte des variations considérables du pouvoir d'absorption de l'éther par le rectum, en tenant pour réelles les lésions de la muqueuse constatées par un grand nombre d'auteurs ; 3° démontré l'intensité de cette absorption à l'état normal, propriété qui n'est pas sans intérêt tant au point de vue physiologique que par la possibilité de ses applications thérapeutiques.

Je prie M. le professeur Legueu, professeur de clinique des maladies des voies urinaires, qui, avec ses collaborateurs L. Morel et H. Verliac, a apporté une contribution si importante à cette étude, de vouloir bien agréer l'expression de ma vive reconnaissance pour l'honneur qu'il m'a fait en acceptant la présidence de cette thèse.

CHAPITRE PREMIER

ÉTUDE ET OBSERVATIONS CLINIQUES

I. — *Préparation et technique de l'anesthésie par voie rectale chez l'homme.*

Les procédés indiqués par les auteurs pour réaliser l'anesthésie par injection rectale d'éther sont nombreux. Les plus intéressants parmi les appareils anciens permettaient d'introduire dans le rectum l'éther à l'état gazeux. Actuellement les mélanges éthéro-huileux injectés directement dans le rectum sont le plus généralement employés.

On s'efforce de réunir un certain nombre de conditions pour avoir un maximum de chances de succès. C'est d'abord la préparation du malade : il faut vider l'extrémité inférieure de son tube digestif, soit par une purgation prise assez longtemps à l'avance, soit par un ou plusieurs lavements, le sujet étant à jeun le jour de l'intervention [purgation la veille, sujet à jeun, deux lavements de 8 à 15 litres (Heitz-Boyer)]. Un quart d'heure avant le lavement d'éther on donne généralement une injection de morphine.

J. C. Clayton ⁽¹⁾ fait une injection de :

Morphine	15 milligrammes.
Atropine	1 —

et emploie le mélange :

Huile d'olive	60 gr.
Ether	150 à 180 gr.
Paraldéhyde	3 gr. ⁴
ou Chlorétone	2 gr.

1. J. C. CLAYTON. Rectal ether anæsthesia. *The Lancet*, 1919, t. CXCVI, p. 793-794.

La paraldéhyde introduite dans le mélange ou donnée en suppositoire semble avoir été employée avec avantage. Certains auteurs ont remplacé l'huile d'olive par de l'huile camphrée, le camphre ayant également une action analgésique. Comme on le voit il s'agit toujours d'une anesthésie mixte, l'action seule de l'éther absorbé par le rectum paraissant trop incertaine.

Voici la technique que nous avons suivie et qui s'inspire des travaux des différents auteurs que nous avons signalés.

La préparation du malade a consisté à lui donner la veille une purgation le matin et un lavement le soir et à le laisser à jeun le jour de l'intervention. Deux fois, pour deux opérations d'urgence, nous n'avons pas pu préparer le malade. Une heure avant le lavement éthéro-huileux, nous lui donnons une injection de morphine de 0 gr. 01. Nous avons fait varier la quantité d'éther injectée et la proportion d'huile. Nous avons pensé qu'il fallait environ 2 c. c. d'éther par kilogramme de poids d'homme. Une dose supérieure serait dangereuse tant au point de vue des risques immédiats d'absorption trop grande que des lésions consécutives de la muqueuse rectale.

Le sujet est placé en décubitus latéral gauche avec légère flexion de la cuisse droite. Le mélange éthéro-huileux est mis dans un entonnoir en verre ou dans un bock et parvient au rectum au moyen d'un tube en caoutchouc assez long, ayant à sa partie moyenne un ajutage en verre pour constater l'écoulement du liquide, et terminé par une sonde rectale, le tout bouilli ou stérilisé par les procédés habituels.

L'injection est poussée très lentement, en plusieurs fois, avec des repos de deux à trois minutes, de telle façon que sa durée soit de quinze à vingt minutes. Pendant l'injection et jusqu'au moment du sommeil tout bruit est évité autour du malade; on fait une obscurité relative dans sa chambre.

Dans les cas favorables le malade dort au bout de dix minutes et ce sommeil pourra se prolonger de deux à cinq heures. Il est très important de vider le rectum à l'aide d'une sonde à la fin de l'intervention.

II. — *Observations cliniques* (¹).

OBSERVATION I. — Hans P..., *Ostéite du fémur*.

Intervention secondaire, pratiquée le 15 janvier 1919.

État général médiocre, sujet très anémié.

La veille, purgation le matin et lavement le soir; le jour de l'opération, malade à jeun.

9 heures : 0 gr. 01 de morphine en injection sous-cutanée.

10 h. 20 à 10 h. 35 : injection du mélange : éther 125 c. c., huile blanche 30 c. c.; pouls 90; aucun phénomène douloureux.

10 h. 33 : pas de tympanisme abdominal, réflexes conservés.

10 h. 40 : réflexes abolis, sommeil anesthésique, commencement de l'intervention.

10 h. 50 : hoquet, dure cinq minutes.

11 h. 15 : pouls 105, respiration 25. Sommeil remarquablement calme.

11 h. 20 : fin de l'opération; on retire, à l'aide d'une sonde rectale, environ 80 c. c. d'un liquide jaunâtre sentant l'éther.

13 heures : vomissements bilieux répétés ne déterminant pas le réveil. Inquiétude de l'entourage du malade; inhalations d'oxygène.

15 heures : réveil progressif.

17 heures : état d'euphorie parfaite, ventre souple, aucune douleur. Pouls 100, régulier et bien frappé. Le blessé est toujours très pâle, il dit n'avoir eu, ni pendant ni après l'anesthésie, aucune sensation douloureuse.

OBSERVATION II. — Eugène S..., *Fracture du crâne*; trépanation, opération d'urgence, donc pas de préparation du blessé, le 17 janvier 1919.

10 h. 20 : injection de morphine.

10 h. 30 : injection en quinze minutes du mélange : éther 60 c. c., huile 30 c. c.

10 h. 50 : pouls 80; respiration 19.

11 heures : l'intervention est commencée; le blessé s'agite, paraît souffrir, gémit. Puis il se calme pendant la seconde partie de l'intervention. Quoique n'ayant repris connaissance que sept jours plus tard, il est évident que, dès le soir, l'action de l'éther n'est plus en cause.

OBSERVATION III. — Abel B..., *Abcès du foie*.

Opéré le 18 janvier 1919. Préparation habituelle du malade.

8 h. 30 : injection de morphine.

1. Pour les raisons que nous avons données plus haut (présence dans un centre chirurgical peu de temps après l'armistice), les observations qui vont suivre ont été faites sur des soldats : allemand (obs. I), français (obs. II et suivantes).

9 heures : pouls 70 ; respiration 20.

9 h. 30 : injection en quinze minutes du mélange : éther 100 c. c., huile 30 c. c.

9 h. 45 : pouls 80.

10 h. 45 : échec complet de la méthode, pas le moindre signe d'anesthésie. On donne l'éther par inhalation sans observer qu'une quantité faible soit suffisante. On évacue 40 c. c. de liquide sentant l'éther à la fin de l'intervention.

OBSERVATION IV. — Auguste B..., *Ostéite du péroné.*

Opéré le 20 janvier 1919, après préparation ordinaire et complète du blessé, comme il a été indiqué plus haut.

9 heures : morphine.

10 heures : éther 125 c. c., huile 30 c. c.; injection en quinze minutes.

10 h. 30 : coliques, météorisme léger; analgésie incomplète.

11 h. 30 : anesthésie parfaite et complète, réflexes abolis, respiration normale et paisible. Le rectum est vidé et le malade porté dans son lit, l'opération terminée.

13 heures : réveil progressif, malade très calme.

OBSERVATION V. — Ernest C..., *Hernie inguinale droite.*

Opéré le 20 janvier 1919, après préparation habituelle.

8 h. 30 : morphine.

9 heures : instillation en quinze minutes du mélange : éther 125 c. c., huile 30 c. c.; le malade s'endort pendant l'instillation.

9 h. 20 : anesthésie parfaite, réflexes abolis, pouls 70, respiration calme et régulière.

9 h. 35 : cyanose due à la chute de la langue que l'on saisit avec une pince. La cyanose disparaît alors complètement.

13 heures : réveil progressif, sans incidents.

OBSERVATION VI. — Émilien A..., *Abcès urinaire.*

Opération d'urgence, sans préparation du malade, le 21 janvier 1919.

21 heures : morphine.

21 h. 40 : injection du mélange : éther 120 c. c., huile 30 c. c.

21 h. 55 : fin de l'injection; pouls 80. Anesthésie incomplète, avec réflexes conservés, mais qui permet cependant l'intervention sans recourir à un autre procédé.

OBSERVATION VII. — Henri B..., *Angiome du cou.*

Malade préparé, opéré le 21 janvier 1919.

9 h. 30 : injection de morphine.

10 h. 30 : injection en quinze minutes du mélange : éther 120 c. c., huile 30 c. c. Anesthésie médiocre; le malade, qui semble dormir, gémit dès qu'on le touche. On doit recourir à l'anesthésie par inhalation d'éther, sans observer qu'une dose faible soit suffisante.

OBSERVATION VIII. — Désiré B..., *Ostéite de l'humérus.*

Opération le 22 janvier 1919, après préparation habituelle. On injecte un mélange de : éther 120 c. c. et huile 30 c. c. Trente minutes après l'injection l'anesthésie est suffisante pour qu'on puisse pratiquer l'intervention, à la fin de laquelle le rectum est vidé. Mais, après l'intervention et pendant toute la journée, vomissements répétés, douleurs abdominales très intenses, météorisme, ballonnement du ventre, incontinence rectale. Le malade se plaint encore six jours après l'intervention. L'anesthésie avait duré six heures.

OBSERVATION IX. — Marcel L..., *Hernie inguinale gauche.*

Malade opéré le 23 janvier 1919, après préparation habituelle. Trente minutes après l'injection de morphine, on injecte dans le rectum en quinze minutes le mélange : éther 120 c. c., huile 30 c. c. Deux heures après, aucune anesthésie. On endort le malade en lui faisant respirer de l'éther et à la fin de l'opération on évacue le rectum.

Pendant vingt-quatre heures le malade a des vomissements très abondants. Pendant plusieurs jours il a une diarrhée intense, sanglante, avec des épreintes et une incontinence rectale très pénible. L'abdomen est distendu, le malade se plaint de douleurs très vives. Huit jours après l'intervention il souffre encore malgré le traitement spécial que nous lui faisons suivre.

Nous avons rapporté en détail ces observations à titre documentaire : on en trouvera la discussion au chapitre III, page 33.

CHAPITRE II

ÉTUDE EXPÉRIMENTALE

I. — *Physiologie de l'anesthésie, plus particulièrement au point de vue chimique.*

La remarquable propriété qu'ont certaines substances, telles que le chloroforme, l'éther, le chlorure d'éthyle, le protoxyde d'azote, de provoquer l'insensibilité et la résolution musculaire est, on le sait, la conséquence de la fixation de l'une ou l'autre de ces substances par les centres nerveux. Un intermédiaire, le sang, est nécessaire pour véhiculer l'anesthésique depuis le lieu d'absorption, le poumon, — s'il s'agit, comme nous allons le supposer tout d'abord, de l'anesthésie par inhalation, — jusqu'à ces centres.

QUANTITÉS D'ANESTHÉSIQUE DANS LE SANG ET LES TISSUS. —

1. *Absorption* : D'une façon générale, on peut dire qu'un tissu s'enrichit en anesthésique aux dépens du sang jusqu'à ce qu'un état d'équilibre soit atteint, état d'équilibre qui dépendra d'un certain nombre de facteurs, les uns physiques, comme l'est la dissolution dans l'eau ou les plasmas tissulaires ou sanguins, les autres quasi chimiques, comme l'est l'affinité des lipoides ou des graisses pour les différents anesthésiques. Les quantités d'anesthésique dans le sang artériel et dans le sang veineux, — la quantité dans le sang veineux étant nécessairement moins considérable, puisqu'une absorption a lieu au niveau des capillaires — apparaissent donc comme une notion capitale.

Si l'on suppose au sujet soumis à l'anesthésie une respiration

normale, tant que le sang et par cela même les tissus ne renferment pas une quantité déterminée d'anesthésique, le sommeil n'est pas obtenu. Il le sera, au contraire, dès qu'une certaine dose sera atteinte et, si elle continue à s'élever, la quantité apportée aux centres nerveux pourra alors être trop grande et provoquer la mort.

Nous n'avons pas l'intention de donner pour chaque anesthésique les doses que l'on trouve dans le sang au seuil de l'anesthésie, pendant l'anesthésie déclarée et au moment de la mort, telles qu'elles résultent des travaux de Nicloux ⁽¹⁾; nous nous contenterons de les rappeler pour l'éther qui, seul, a été étudié dans ce travail.

Voici quelques chiffres qui représentent les quantités d'éther en milligrammes pour 100 c. c. de sang ⁽²⁾ :

	EXP. I	EXP. II	EXP. III	EXP. IV	EXP. V
Seuil de l'anesthésie	»	406	»	»	»
Anesthésie déclarée	437	428	438	129 à 145	154 à 174
Sang de la mort : artériel	165	162	161	»	»
Sang de la mort : veineux	»	»	»	»	166,6

Le seuil de l'anesthésie est atteint lorsque le sang (artériel) renferme 103 à 110 milligrammes d'éther pour 100 c. c. de sang; l'anesthésie déclarée avec des doses oscillant autour de 130 à 140 milligrammes, quelquefois davantage; la mort est obtenue avec des doses variant entre 160 et 175 milligrammes environ ⁽³⁾.

2. *Élimination* : Nous avons vu que l'absorption de l'anesthésique se fait au niveau du poumon; dès que l'on cessera de faire respirer l'anesthésique, le poumon deviendra, au contraire, un organe d'élimination. Il en résulte que si, dans la première période, celle d'anesthésie, la quantité dans le sang artériel est plus grande que dans le sang veineux, ce sera l'inverse dans la période d'élimination.

1. On les trouvera réunies dans : Maurice NICLOUX. *Les anesthésiques généraux au point de vue chimico-physiologique*, 1 vol. in-8° jésus, 213 p., 30 fig., 1908, Paris, O. Doin, éditeur.

Voir aussi la série des notes de cet auteur dans les *Comptes rendus de la Société de Biologie*, 1906, t. LXI, p. 577, 606, 665 et 728; 1907, t. LXII, p. 8, 68, 166 et 186.

2. Maurice NICLOUX. *Loc. cit.*, p. 81 et suiv.

3. Maurice NICLOUX. *Loc. cit.*, p. 83.

Voici quelques chiffres qui représentent les quantités d'éther en milligrammes pour 100 c. c. de sang ⁽¹⁾ :

TEMPS	EXP. I		EXP. II	EXP. III
	Sang artériel	Sang veineux	Sang artériel	Sang veineux
Au moment de la respiration d'air pur	115	102	159	138
Trois minutes après	71,5	92	108	86,5
Cinq minutes après	63	80,5	80	73,5
Quinze minutes après	52,5	58,5	58	56
Trente minutes après	35	40	41	29
Une heure après	25	27,5	21	19
Deux heures après	»	»	4	6
Quatre heures après	»	»	»	0

QUANTITÉ D'ÉTHER DANS LES TISSUS AU MOMENT DE LA MORT. — Voici, réunis en tableau, les résultats numériques des expériences de Nicloux. Les nombres représentent l'éther en milligrammes pour 100 grammes de tissu ; la durée de l'anesthésie jusqu'à la mort de l'animal a été indiquée ⁽²⁾ :

TISSU ÉTUDIÉ	EXP. I	EXP. II	EXP. III	EXP. IV	EXP. V	EXP. VI
	Durée de l'anesthésie :					
	45 min.	55 min.	70 min.	82 min.	73 min.	65 min.
Sang artériel	161	»	175	176	165	164
Sang veineux	»	166,5	169	»	160	»
Cerveau	160	157	163	»	153	157
Bulbe	167	158	151	158	156	156
Foie	102	139	124	142	138	»
Rein	125	»	138	140	133	»
Rate	111	131	107	132	105	»
Cœur	131	149	128	149	132	»
Muscle	»	120	102	100	118	»
Graisse : a) sous la peau	»	»	98	»	118	»
Graisse : b) épiploon	256	363	135	»	307	»
Graisse : c) adhérente aux reins	371	400	325	»	314	»

Faisons remarquer que l'éther se répartit d'une façon sensiblement égale entre les globules et le plasma, tandis que le chloroforme a une affinité élective pour le globule qui en renferme 7 à 8 fois plus que le plasma et que, de plus, le bulbe renferme

1. Maurice NICLOUX. *Loc. cit.*, p. 85.

2. Maurice NICLOUX. *Loc. cit.*, p. 87.

une proportion moindre d'éther par rapport au cerveau (parties égales environ) que de chloroforme (4 fois et demie plus de chloroforme dans le bulbe que dans le cerveau).

ABSORPTION DE L'ANESTHÉSIQUE PAR UNE AUTRE VOIE QUE LA VOIE PULMONAIRE. — L'anesthésie est, en dernière analyse, la conséquence directe du passage dans le sang de la substance ayant des propriétés anesthésiques. Pour réaliser ce passage dans le sang, on peut concevoir l'utilisation, en dehors de la voie pulmonaire, de n'importe quelle autre voie d'absorption, et même l'injection directe dans les vaisseaux de solutions contenant l'anesthésique. *A priori*, le tube digestif paraît remplir les conditions nécessaires et de fait, comme on l'a vu au début de ce travail, Roux, dès 1847, moins d'un an après la découverte des propriétés anesthésiques de l'éther, proposait le rectum comme voie d'absorption.

Signalons tout de suite ce fait intéressant que, dans ces conditions, le poumon va constamment fonctionner comme organe d'élimination et, dans le cas particulier de l'éther, cette considération est très importante; l'éther étant très volatil, la décharge au niveau du poumon est à chaque instant considérable.

II. — *Recherches personnelles.*

A. — Technique de l'anesthésie par voie rectale chez le chien. Dosage de l'éther dans le sang par la méthode de Nicloux.

Technique de l'anesthésie. — Nous nous sommes servi dans nos expériences de chiens pesant environ 10 kilogrammes. L'animal est à jeun (dans certains cas nous lui avons donné un lavement la veille), il est fixé sur la gouttière de Claude Bernard. La quantité d'éther injectée a varié de 3 grammes à 7 grammes par kilogramme d'animal; la proportion d'huile dans le mélange a varié également; dans un certain nombre d'expériences, nous l'avons supprimée. Une sonde en gomme, percée à son extrémité de plusieurs orifices, est introduite dans le rectum, de 6 à 12 centimètres de profondeur. L'injection est poussée très lentement à l'aide d'une seringue. Avant de com-

mencer l'injection, la veine jugulaire et l'artère fémorale sont dénudées. A des intervalles de temps déterminés, des prises de sang sont faites, dans l'artère fémorale au moyen d'une canule à demeure, dans la veine jugulaire extemporanément au moyen d'une sonde souple et l'aspiration par une seringue.

A la fin de l'expérience, l'animal est le plus souvent sacrifié et nous en faisons l'autopsie.

Nous avons complété nos recherches par trois expériences sur l'absorption de l'alcool par la muqueuse rectale en suivant la même méthode. Nous avons voulu ainsi comparer à l'absorption de l'éther par le rectum l'absorption par la même voie d'une substance éminemment diffusible et pour laquelle l'absorption par l'estomac a été parfaitement étudiée. Nous y reviendrons dans le chapitre consacré à la discussion des résultats.

Un certain nombre de courbes résument nos expériences les plus démonstratives.

Dosage de l'éther dans le sang par la méthode de Nicloux. — Nous extrayons de l'ouvrage de Nicloux ⁽¹⁾, et de ses notes aux *Comptes rendus de la Société de Biologie* ⁽²⁾ le principe et la technique de la méthode.

Le principe de la méthode est le suivant :

« Si on traite une solution aqueuse ou sulfurique d'éther par le bichromate de potasse et l'acide sulfurique, l'éther est oxydé et passe pour la plus grande partie à l'état d'acide acétique; quant au bichromate il est réduit et passe à l'état de sulfate de sesquioxyde de chrome; or comme la couleur des sels de chrome très étendu est vert bleu, il résulte de ce fait que le moindre excès de bichromate, dès que tout l'éther est oxydé, fait passer la couleur vert bleuâtre du sulfate de sesquioxyde de chrome au vert jaunâtre, indiquant ainsi la limite de la réaction.

« On commence par préparer une solution titrée de bichromate; une molécule d'éther (74 grammes) agissant sur le bichromate comme deux molécules d'alcool (92 grammes), la densité de celui-ci à 15° étant 0,794, et 0 c.c. 005 d'alcool (5 c.c. d'une solution à 1 ‰) demandant 0 gr. 019 de bichromate (1 c.c. d'une solution à 19 grammes par litre) pour obtenir la teinte vert jaunâtre; un calcul très simple

1. *Loc. cit.*, voir p. 51 et suiv.

2. Dosage de petites quantités d'éther pur, 1906, t. LXI, p. 577; Méthode de dosage de petites quantités d'éther : 1° dans l'air; 2° dans le sang; 3° dans les tissus, 1906, t. LXI, p. 606.

montre que 2 milligr. 5 d'éther (5 c. c. d'une solution à 0,5 ‰) demandent 14 milligr. 9 de bichromate, soit 1 c. c. d'une solution à 14 gr. 9 par litre.

« En résumé, en préparant une solution à 14 gr. 9 de ce sel par litre, le dosage étant fait sur 5 c. c. de la solution à analyser, dont la teneur ne doit pas dépasser 1 ‰, et n étant le nombre de centimètres cubes de la solution de bichromate pour obtenir la teinte vert jaunâtre, on aura :

« Ether en milligrammes par centimètre cube de la solution $= \frac{n}{2}$.

« Si V est le nombre de centimètres cubes de la solution à analyser, on aura évidemment :

« Ether en milligrammes contenu dans le volume $V = V \times \frac{n}{2}$.

« J'ajoute que pour des teneurs en éther plus faibles que 1 p. 2.000 on peut employer la solution dédoublée de bichromate à 7 gr. 45 par litre. »

Voici maintenant la technique de la méthode de dosage dans le sang, toujours d'après Nicloux lui-même :

« On verse dans 65 c. c. d'une solution saturée à froid d'acide picrique 10 c. c. ou 20 c. c. de sang, on ajoute 0 gr. 5 à 1 gramme d'acide picrique en nature (un excès ne nuit pas), et on distille ensuite dans l'appareil de Schloesing-Aubin; j'ai supprimé dans cet appareil l'ampoule de verre qui fait suite au réfrigérant, et l'ai remplacée par un simple tube de verre; ce tube, extrêmement effilé, plonge avant toute distillation dans 10 c. c. d'eau distillée contenue dans une éprouvette bouchée; un trou supplémentaire percé dans le bouchon (liège ou caoutchouc) et traversé par un tube effilé assure naturellement la sortie de l'air. Cette éprouvette est entourée d'un courant d'eau froide. La distillation est poussée jusqu'à ce que l'on ait recueilli 15 à 20 c. c. de liquide en plus des 10 c. c. primitifs, soit un volume total de 25 à 30 c. c. C'est dans ce liquide, après agitation, qu'on dose l'éther par mon procédé. »

L'exactitude de la méthode a été prouvée par les expériences de contrôle faites par l'auteur.

Ayant décrit la technique de l'anesthésie par voie rectale chez le chien, ainsi que le principe et la technique de la méthode de dosage des petites quantités d'éther dans le sang, nous allons donner maintenant le détail de nos expériences.

B. — Expériences.

1. ABSORPTION DE L'ÉTHER PAR LA MUQUEUSE RECTALE.

Expérience I.

Chien ♂. Poids : 10 kil. 300, préparé. On découvre l'artère fémorale droite et on y introduit une canule.

9 h. 36 : Nous injectons dans le rectum de l'animal suivant la technique détaillée plus haut, à 8 centimètres de profondeur, le mélange de : éther 80 c. c. et huile d'olive 20 c. c. ; 10 c. c. environ sont perdus pendant l'injection qui est poussée lentement, en 10 minutes. On a donc injecté une quantité d'éther de 7 c. c. environ par kilogramme d'animal.

9 h. 45 : Plaintes.

9 h. 50 : L'animal expulse une partie de l'éther injecté.

10 h. 6 : C'est-à-dire une demi-heure après le commencement de l'injection, prise de 10 c. c. de sang à l'artère fémorale.

10 h. 30 : Agitation extrême, l'animal se plaignant continuellement. A certains moments, cris violents.

10 h. 36 : C'est-à-dire une heure après l'injection, prise de 10 c. c. de sang artériel.

11 h. 6 : Soit une heure et demie après l'injection, prise de 10 c. c. de sang artériel.

11 h. 36 : Nous faisons une quatrième et dernière prise de 10 c. c. de sang artériel.

L'animal s'est calmé peu à peu. Détaché, il paraît absolument normal. A aucun moment nous n'avons eu d'anesthésie.

Analyses. — Voici le résultat des analyses en se servant des techniques décrites pages 15 et 16.

Première prise de sang (10 h. 6, soit une demi-heure après le commencement de l'injection).

Distillat. : (V) = 20 c. c.

Solution de bichromate à 14 gr. 9 par litre (n) = 0 c. c. 25.

Ether en milligrammes = $\frac{V \times n}{2} = \frac{20 \times 0,25}{2} = 2$ milligr. 5.

Ceci pour 10 c. c. de sang artériel. — Pour 100 : 25 milligrammes.

Deuxième prise de sang (10 h. 36, soit une heure après le commencement de l'injection).

Distillat. : (V) = 20 c. c.

Solution de bichromate à 14 gr. 9 par litre (n) = 0 c. c. 2.

Ether en milligrammes = $\frac{V \times n}{2} = \frac{20 \times 0,2}{2} = 2$ milligrammes.

Ceci pour 10 c. c. de sang artériel. — Pour 100 : 20 milligrammes.

Troisième prise de sang (11 h. 6, soit une heure et demie après le commencement de l'injection).

Distillat. : (V) = 20 c. c.

Solution de bichromate à 14 gr. 9 par litre (n) = 0 c. c. 15.

Ether en milligrammes = $\frac{V \times n}{2} = \frac{20 \times 0,15}{2} = 1$ milligr. 5.

Ceci pour 10 c. c. de sang artériel. — Pour 100 : 15 milligrammes.

Quatrième prise de sang (11 h. 36, soit deux heures après le commencement de l'injection).

Distillat. : (V) = 20 c. c.

Solution de bichromate à 14 gr. 9 par litre (n) = 0 c. c. 10.

Ether = $\frac{V \times n}{2} = \frac{20 \times 0,10}{2} = 1$ milligramme.

Ceci pour 10 c. c. de sang artériel. — Pour 100 : 10 milligrammes.

Expérience II.

Chien ♂. Poids : 10 kilogrammes. Préparé.

15 h. 40 : Injection du mélange : éther 60 c. c. et huile 15 c. c. comme plus haut (Expérience I). Ceci correspond à 6 c. c. d'éther par kilogramme d'animal.

15 h. 45 : L'animal expulse la plus grande partie du mélange injecté.

15 h. 55 : Injection d'un deuxième mélange identique au premier. La sonde est laissée à demeure et fixée par une pince.

16 h. 20 : Soit vingt minutes après la fin de l'injection du deuxième mélange, première prise de 10 c. c. de sang artériel à l'artère fémorale droite préalablement découverte comme dans l'expérience précédente. Etat de torpeur de l'animal. Réflexes conservés, pupilles dilatées, analgésie partielle.

16 h. 25 : L'animal réagit de plus en plus faiblement à la douleur, son haleine sent très fortement l'éther. Faibles plaintes, gémissements sans cris. Mouvements de marche des membres antérieurs. Le chien semble inconscient, il ne paraît ni voir ni entendre; réflexes toujours conservés.

16 h. 40 : Soit quarante minutes après la fin de la deuxième injection, deuxième prise de 10 c. c. de sang artériel.

17 heures : Soit une heure après la fin de l'injection, troisième prise de 10 c. c. de sang artériel. L'animal n'a cessé de gémir; réflexes toujours conservés.

17 h. 30 : Soit une heure et demie après la fin de l'injection, quatrième prise de 10 c. c. de sang artériel. L'animal se plaint plus violemment.

18 heures : On évacue l'excès d'éther en enlevant la pince de la sonde laissée à demeure. On retire environ 50 c. c. d'un liquide noirâtre.

18 h. 10 : Cinquième et dernière prise de 20 c.c. de sang artériel deux heures dix après la fin de la deuxième injection.

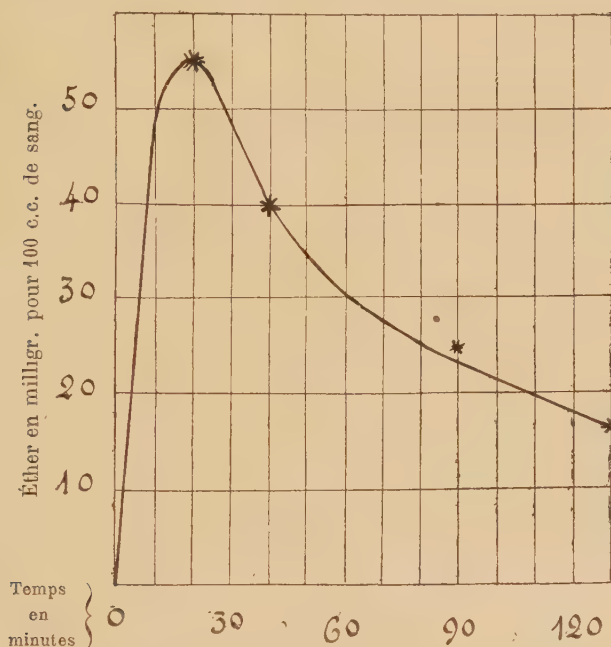


FIG 1. — *Exp. II* : Courbe d'absorption de l'éther dans le sang après injection rectale de 6 c.c. d'éther par kilogr. d'animal chez le chien.

Analyses. — Voici les résultats des analyses (nous ne donnons que les résultats; voir plus haut, Expérience I, pour les détails de la technique) :

PRISES DE SANG après :	ÉTHER pour 100 c.c. de sang
20 minutes	55 milligr.
40 minutes	40 —
1 heure.	30 —
1 heure 30	25 —
2 heures 10	17 —

Expérience III.

Chien ♂. Poids : 9 kil. 300. Préparé. *Injection d'éther pur.*

14 h. 45 : Injection intrarectale à 9 centimètres de profondeur de 30 c.c. d'éther en dix minutes.

14 h. 55 : Agitation générale très vive. Plaintes de l'animal, mouve-

ments saccadés de la tête. Salivation très abondante, l'haleine sent très fortement l'éther. On découvre l'artère fémorale droite.

15 heures : Première prise de 9 c. c. 5 de sang artériel. Prise pénible ;

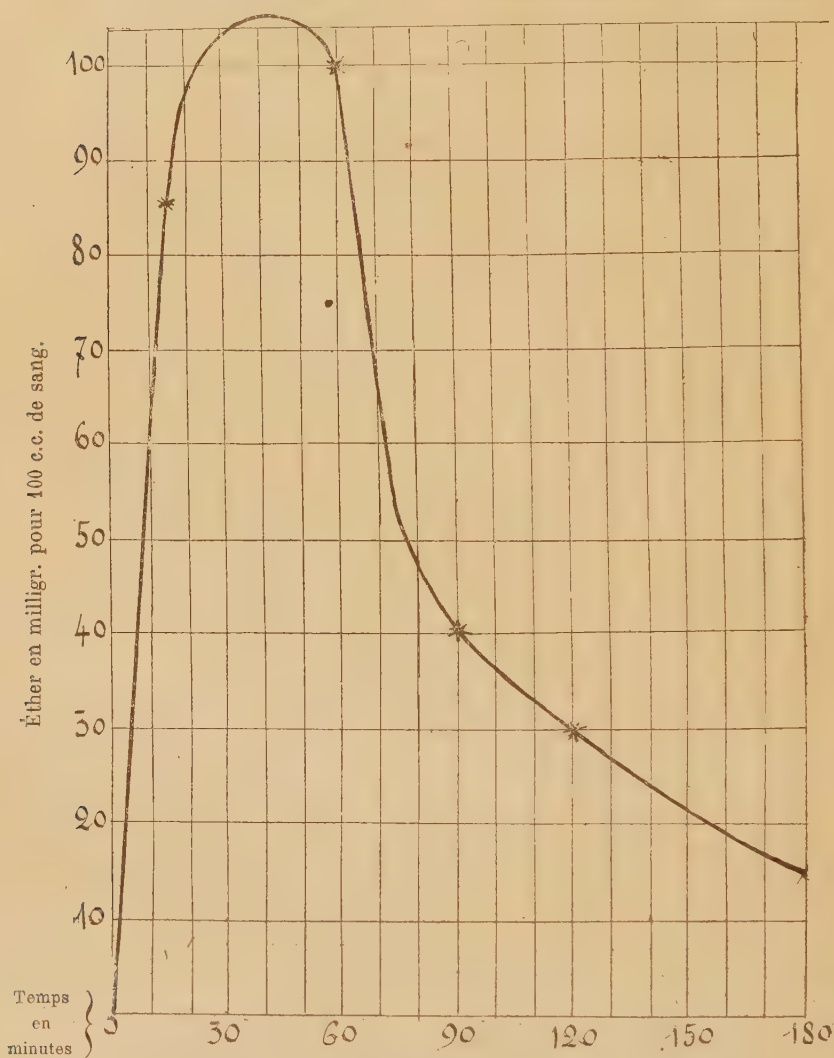


FIG. 2. — *Exp. III* : Courbe d'absorption de l'éther dans le sang après injection rectale de 3 c.c. d'éther par kilogr. d'animal chez le chien.

la pression artérielle est très faible ; dilatation pupillaire, réflexes abolis, animal absolument inerte. Pouls filiforme à 200. Météorisme abdominal. On détache les pattes antérieures du chien et pendant dix

minutes on pratique la respiration artificielle. Pendant les cinq premières minutes, la langue est saisie avec une pince et l'on fait des tractions rythmées.

15 h. 10 : L'animal commence à respirer spontanément, sa respiration étant d'abord très rapide et très superficielle, 64 par minute. Le poulx est toujours filiforme, à 150. L'animal est très froid, il est inerte. Forte odeur éthérée de l'haleine.

15 h. 15 : Pression trop basse à la fémorale, on ne peut avoir du sang artériel. On découvre la veine jugulaire dans laquelle on introduit une sonde jusque dans la veine cave.

15 h. 25 : Soit quarante minutes après le commencement de l'injection d'éther, deuxième prise de 10 c. c. de sang veineux (malheureusement une erreur de technique nous a empêchés d'avoir avec exactitude le résultat de cette analyse).

15 h. 30 : Respiration 88; poulx 180. Pupilles punctiformes, réflexes toujours abolis. Sommeil absolu et profond. Animal un peu moins froid.

15 h. 45 : Soit une heure après le commencement de l'injection, troisième prise de 10 c. c. de sang veineux. Poulx 200; respiration 64.

16 heures : L'animal pousse quelques cris; les réflexes, d'abord très paresseux, reparaissent.

16 h. 15 : Soit une heure et demie après l'injection, quatrième prise de 10 c. c. de sang veineux.

16 h. 30 : Plaintes, l'animal est agité. Poulx mieux frappé à 140, et respiration plus profonde à 40.

16 h. 45 : Soit deux heures après l'injection, cinquième prise de 10 c. c. de sang veineux.

17 h. 20 : Poulx 160; respiration 28.

17 h. 30 : Nouvelle tentative infructueuse de prise de sang artériel. L'animal se plaint toujours.

17 h. 35 : Odeur d'éther très marquée de l'haleine. L'animal, complètement éveillé, évacue par l'anus un liquide noirâtre.

17 h. 40 : Soit trois heures après l'injection, sixième et dernière prise de 10 c. c. de sang veineux. L'animal détaché ne peut tenir sur ses jambes. On le couche; le lendemain il semble être en excellent état, et se nourrit normalement.

Analyses. — Voici les résultats de nos analyses (Voir la technique. Expérience I, p. 17).

PRISES DE SANG après :	ÉTHER pour 100 c. c. de sang
15 minutes.	83,5 milligr.
40 minutes.	» —
1 heure	100 —
1 heure 30.	40 —
2 heures.	30 —
3 heures.	15 —

Expérience IV.

Chien ♂. Poids : 8 kil. 900. Préparé.

15 h. 35 : Injection en cinq minutes de 30 c.c. d'éther pur dans le rectum à 9 centimètres de profondeur; 5 à 6 c.c. d'éther sont perdus pendant l'injection.

15 h. 37 : L'haleine de l'animal sent déjà fortement l'éther.

15 h. 40 : Plaintes et salivation très abondante.

15 h. 50 : Soit quinze minutes après le début de l'injection, première prise de 10 c.c. de sang veineux dans la veine cave par l'intermédiaire de la veine jugulaire préalablement découverte; l'animal est en état d'analgésie plutôt qu'anesthésié.

On découvre également l'artère fémorale gauche, mais la pression est si faible qu'il est impossible d'avoir du sang artériel. Pouls 150.

16 heures : Deuxième prise de 10 c.c. de sang veineux.

16 h. 15 : Troisième prise de 10 c.c. de sang veineux. Le chien se plaint toujours et salive beaucoup. Pas d'anesthésie.

16 h. 35 : Quatrième prise de 10 c.c. de sang veineux. L'haleine de l'animal ne sent presque plus l'éther.

Analyses. — Voici le résultat des analyses (nous ne donnons que les résultats, voir plus haut, Expérience I, page 17, pour les détails de technique).

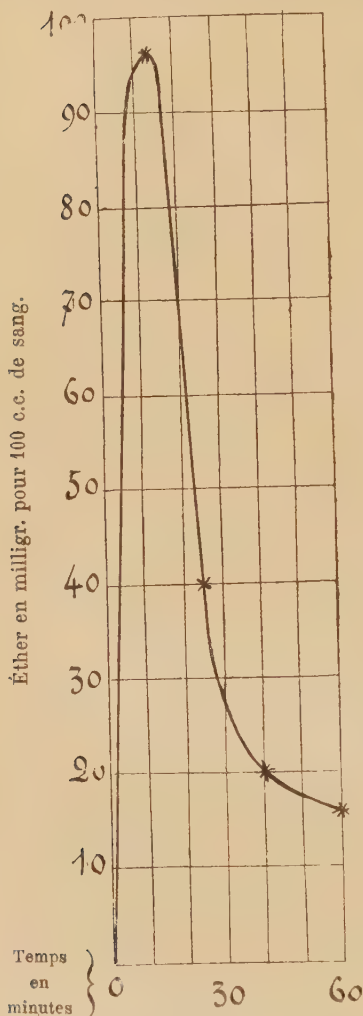


FIG. 3. — Exp. IV: Courbe d'absorption de l'éther dans le sang après injection rectale de 3 c.c. d'éther par kilogr. d'animal chez le chien.

PRISES DE SANG après :	ÉTHER pour 100 c.c. de sang veineux
15 minutes	96 milligr.
25 minutes	40 —
40 minutes	20 —
1 heure	15 —

Expérience V.

Chien ♂ de l'expérience précédente.

16 h. 55 : Dix minutes après la dernière prise de sang, l'expérience

se continuant, soit 1 h. 10 après la première injection d'éther, on injecte au même animal 40 c. c. d'éther pur.

17 heures : Presque pas d'odeur éthérée de l'haleine, l'animal souffre et se débat sur la gouttière. Météorisme abdominal, gaz nombreux. L'animal expulse un liquide noirâtre sentant fortement l'éther. Le poulx est très petit, incomptable.

17 h. 45 : L'animal n'ayant cessé de crier et de se débattre, nous prenons 20 c. c. de sang veineux avant de le sacrifier.

Voici le résultat de notre prise de sang veineux : Éther pour 100 c. c. de sang : 17 mgr. 5.

Expérience VI.

Chien ♂. Poids : 9 kg. 800. Préparé.

14 h. 45 : Injection dans le rectum de 30 c. c. d'éther pur à 8 centimètres de profondeur.

14 h. 47 : Haleine sentant fortement l'éther.

14 h. 47'30" : Première prise de 10 c. c. de sang veineux à l'aide d'une sonde introduite dans la veine jugulaire.

14 h. 50 : Soit 5 minutes après l'injection, deuxième prise de 10 c. c. de sang veineux.

Plaintes de l'animal, agitation.

14 h. 57 : Troisième prise de 9 c. c. de sang veineux.

15 h. 5 : Quatrième prise de 9 c. c. de sang veineux,

15 h. 15 : Cinquième prise de 9 c. c. de sang veineux. Aucune anesthésie. L'animal continue à se plaindre.

15 h. 30 : Sixième prise de 9 c. c. de sang veineux.

L'haleine de l'animal sent moins fortement l'éther.

15 h. 45 : Septième prise de 9 c. c. de sang veineux.

L'animal n'a cessé de se plaindre. Salivation abondante. Aucun signe d'anesthésie.

16 h. 15 : Huitième prise de 9 c. c. de sang veineux.

Analyses. — Voici les résultats de nos analyses. (Voir plus haut p. 17, exp. I, pour les détails de technique.)

PRISES DE SANG après :	ÉTHER pour 100 c. c. de sang veineux
2 minutes 1/2.	25 milligr.
5 minutes.	33 —
12 minutes	26 —
20 minutes	23 —
30 minutes	21 —
45 minutes	17 —
1 heure.	15 —
1 heure 30	12 —

Expérience VII.

Chien ♂. Poids : 7 kg. 500. Préparé.

3 c. c. d'éther par kilogramme d'animal.

14 h. 30 : Injection de 25 c. c. d'éther à 10 centimètres de profondeur ; incision veine jugulaire, sonde dans la veine cave.

14 h. 33 : Première prise de 9 c. c. de sang veineux. L'haleine sent légèrement l'éther. Nombreux gaz, salivation abondante. L'animal élimine une partie du liquide injecté.

14 h. 38 : Deuxième prise de 10 c. c. de sang veineux.

14 h. 47 : Troisième prise de 9 c. c. de sang veineux. La prise est difficile, le sang se coagulant dans la seringue.

14 h. 53 : L'animal ne respire plus. Aucun réflexe. Tractions rythmées de la langue.

14 h. 55 : Mouvements respiratoires spontanés rares ; haleine sentant peu l'éther.

14 h. 58 : Le cœur ne bat plus, l'animal est mort. Autopsie : prise de sang directement dans la veine cave ; constatation de présence d'air dans le cœur.

Analyses. — Voici le résultat des analyses (Voir p. 17, exp. I, les détails de la technique).

PRISES DE SANG après :	ÉTHER pour 100 c. c. de sang veineux
3 minutes	14 milligr.
8 minutes	15 —
17 minutes	17 —
28 minutes	20 —

Expérience VIII.

Chien ♂. Poids : 12 kilogrammes. Préparé.

Instillation continue d'éther.

16 h. 32 : Commencement de l'injection d'éther à 8 centimètres de profondeur à l'aide d'une burette graduée contenant 36 c. c. d'éther, l'écoulement se faisant très lentement.

16 h. 37 : L'haleine sent fortement l'éther, l'injection continue lentement.

16 h. 47 : Première prise de 10 c. c. de sang veineux par une sonde introduite dans la veine jugulaire. L'animal expulse le long de la sonde sous forme de gaz et de liquide pulvérisés une partie de l'éther injecté.

On continue toujours la lente instillation d'éther par le même procédé.

17 h. : Il n'y a plus d'éther dans la burette. On ajoute 36 autres c. c. L'injection paraît plus difficile.

17 h. 24 : Deuxième prise de 10 c. c. de sang veineux. De nouveau l'animal rejette une grande quantité de liquide noirâtre sentant l'éther le long du tube, de nouveau nous ajoutons 27 c. c. dans la burette pour que l'injection soit continue. Agitation de l'animal ; nouvelles expulsions de gaz et de liquide par l'anus.

17 h. 30 : Réflexes conservés, pupilles dilatées ; les mouvements de défense paraissent moins énergiques.

17 h. 35 : Le niveau de la burette ne baissant plus, on pousse lentement dans la même sonde 10 c. c. d'éther à l'aide d'une seringue.

17 h. 45 : Troisième prise de 10 c. c. de sang.

L'animal détaché titube et tourne sur lui-même.

Analyses. — Voici les résultats de nos analyses (Voir exp. I, p. 17 les détails de la technique).

PRISES DE SANG après :	ÉTHER pour 100 c. c. de sang veineux
15 minutes	40 milligr.
52 minutes	40 —
1 heure 13	40 —

2. ABSORPTION DE L'ALCOOL PAR LA MUQUEUSE RECTALE.

Pour comparer l'absorption de l'alcool à celle de l'éther nous avons injecté dans le rectum, en suivant la même technique que pour l'éther, une solution d'alcool à 20 ou 40 % en quantité correspondant à 2 c. c. d'alcool absolu par kilogramme d'animal. Dans l'expérience X, pour des raisons qui seront développées plus loin (p. 41), l'injection d'alcool a été faite à un animal qui, vingt-quatre heures auparavant, avait reçu une injection d'éther.

Les dosages ont été faits en suivant la méthode de Nicloux (').

Expérience IX.

Chien ♂. Poids : 41 kg. 200. Préparé.

On prépare une solution contenant 2 c. c. d'alcool absolu par kilo-

1. On trouvera tous les détails dans : Maurice Nicloux. Simplification de la méthode de dosage de l'alcool dans le sang et dans les tissus, *C. R. de la Société de Biologie*, 1906, t. LX, p. 1034. — *Id.* Sur le dosage et la distillation de traces d'alcool éthylique. Application au dosage dans le sang, l'urine et les tissus. *C. R. de la Société de Biologie*, 1913, t. LXXIV, p. 267.

Mentionnons simplement que le dosage de l'alcool se fait exactement comme celui de l'éther, plus simplement même, le titre de la solution de bichromate seul diffère.

gramme d'animal, soit : $11,2 \times 2 = 22$ c. c. 4 d'alcool absolu, ou 112 c. c. d'alcool à 20 %.

14 h. 53 : Injection rectale de cette solution à 8 centimètres.

15 h. : L'animal expulse presque aussitôt après l'injection un liquide noirâtre, sentant l'alcool, qui est recueilli et mesuré. Son volume est de 40 c. c.

15 h. 5 : Nous remplaçons ces 40 c. c. d'alcool à 20 % par 20 c. c. d'alcool à 40 % que nous injectons de nouveau à l'animal. Ce liquide est parfaitement toléré. L'artère fémorale est découverte.

15 h. 8 : soit trois minutes après la deuxième injection, première prise de 10 c. c. de sang artériel.

15 h. 20 : soit quinze minutes après la deuxième injection, deuxième prise de 10 c. c. de sang artériel.

15 h. 35 : soit trente minutes après la deuxième injection, troisième prise de 10 c. c. de sang artériel.

15 h. 55 : soit cinquante minutes après la deuxième injection, quatrième prise de 10 c. c. de sang artériel.

16 h. 5 : soit une heure après la deuxième injection, cinquième prise de 10 c. c. de sang artériel.

16 h. 35 : soit une heure trente après la deuxième injection, sixième prise de 10 c. c. de sang artériel.

17 h. 5 : soit deux heures après la deuxième injection, septième prise de 10 c. c. de sang artériel.

L'animal a été très calme pendant toute la durée de l'expérience. Il expulse par l'anus une quantité de liquide noirâtre qui nous semble à peu près équivalente à la quantité de liquide injecté.

18 h. 5 : Soit 3 heures après la deuxième injection, huitième prise de 10 c. c. de sang artériel.

Analyses. — Voici le résultat de nos analyses :

Première prise de sang, 15 h. 8 (soit 3 minutes après la fin de l'injection).

Distillat : (V) = 20 c. c.

Solution de bichromate à 49 grammes par litre (n) = 0 c. c. 85.

Alcool en c. c. = $\frac{V \times n}{1.000} = 0$ c. c. 017.

Ceci pour 10 c. c. de sang artériel. — Pour 100 : 0 c. c. 17.

Deuxième prise de sang, 15 h. 21 (soit 15 minutes après la fin de l'injection).

Distillat : (V) = 20.

Solution de bichromate à 49 grammes par litre (n) = 1 c. c. 05.

Alcool en c. c. = $\frac{V \times n}{1.000} = 0$ c. c. 021.

Ceci pour 10 c. c. de sang artériel. — Pour 100 : 0 c. c. 21.

Troisième prise de sang, 15 h. 35 (soit 30 minutes après l'injection).

Distillat : (V) = 20.

Solution de bichromate à 19 grammes par litre (n) = 1 c. c. 1.

Alcool en c. c. = 0,022.

Ceci pour 10 c. c. de sang artériel. — Pour 100 : 0 c. c. 22.

Quatrième prise de sang, 15 h. 55 (soit 50 minutes après l'injection).

Distillat : (V) = 26.

Solution de bichromate à 19 grammes par litre (n) = 0 c. c. 9.

Alcool en c. c. = 0,0234.

Ceci pour 10 c. c. de sang artériel. — Pour 100 : 0, 234.

Cinquième prise de sang, 16 h. 5 (soit 1 heure après l'injection).

Distillat : (V) = 20.

Solution de bichromate à 19 grammes par litre (n) = 1 c. c. 15.

Alcool en c. c. = 0,023.

Ceci pour 10 c. c. de sang artériel. — Pour 100 : 0 c. c. 23.

Sixième prise de sang, 16 h. 35 (soit 1 h. 1/2 après l'injection).

Distillat : (V) = 20.

Solution de bichromate à 19 grammes par litre (n) = 1 c. c.

Alcool en c. c. = 0,02.

Ceci pour 10 c. c. de sang artériel. — Pour 100 : 0 c. c. 2.

Septième prise de sang, 17 h. 5 (soit 2 heures après l'injection).

Distillat : (V) = 20.

Solution de bichromate à 19 grammes par litre (n) = 0 c. c. 95.

Alcool en c. c. = 0,019.

Ceci pour 10 c. c. de sang artériel. — Pour 100 : 0 c. c. 19.

Huitième prise de sang, 18 h. 5 (soit 3 heures après l'injection).

Distillat : (V) = 20.

Solution de bichromate à 19 grammes par litre (n) = 0 c. c. 85.

Alcool en c. c. = 0,017.

Ceci pour 10 c. c. de sang artériel. — Pour 100 : 0 c. c. 17.

Expérience X.

Chien ♂. Poids : 12 kilogrammes.

Animal ayant déjà servi à l'expérience VIII faite le jour précédent à 16 h. 32. Il recevra dans le rectum 2 c. c. d'alcool absolu par kilogramme, soit $12 \times 2 = 24$ c. c. d'alcool absolu, soit 60 c. c. d'alcool à 40 %.

17 h. 10 à 17 h. 12 : injection des 60 c. c. d'alcool à 40 %.

17 h. 13 : soit une minute après l'injection, première prise de 10 c. c. de sang à l'artère fémorale.

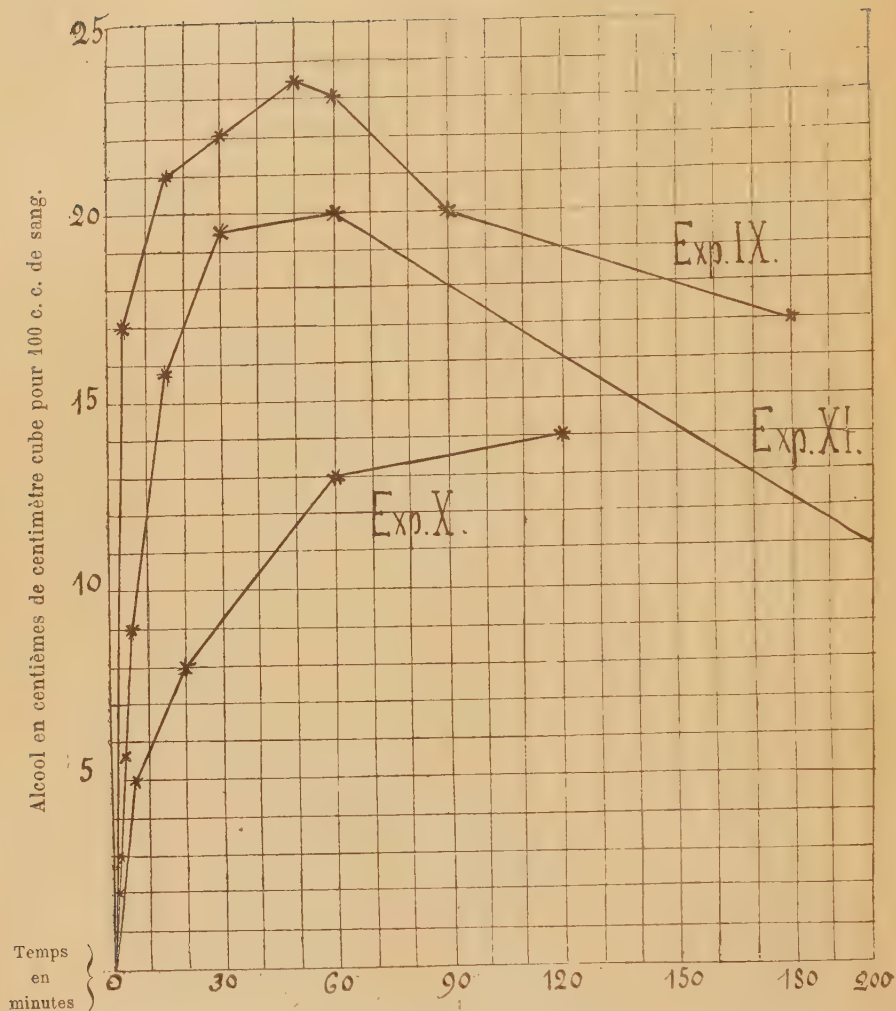


Fig. 4. — Courbes d'absorption de l'alcool dans le sang après injection rectale de 2 c.c. d'alcool par kilogr. sous forme d'alcool à 40 % chez le chien.

Exp. IX et XI : Animaux normaux. — Exp. X : Animal ayant servi 24 h. auparavant à une expérience avec l'éther.

17 h. 14'30" : soit deux minutes trente secondes après l'injection, deuxième prise de 10 c. c. de sang à l'artère fémorale.

17 h. 17 : soit cinq minutes après l'injection, troisième prise de 10 c. c. de sang à l'artère fémorale.

17 h. 22 : soit dix minutes après l'injection, quatrième prise de 10 c. c. de sang à l'artère fémorale.

17 h. 32 : soit vingt minutes après l'injection, cinquième prise de 10 c. c. de sang à l'artère fémorale.

18 h. 12 : soit une heure après l'injection, sixième prise de 10 c. c. de sang à l'artère fémorale.

19 h. 12 : soit deux heures après l'injection, septième prise de 10 c. c. de sang à l'artère fémorale.

L'animal a toléré parfaitement le liquide injecté et n'a présenté aucun symptôme particulier pendant toute la durée de l'expérience.

Analyses. — Voici le résultat de nos analyses (Voir pour les détails de technique l'expérience précédente, p. 26).

PRISES DE SANG après :	ALCOOL pour 100 c. c. de sang artériel
1 minute	0 c. c. 0375
2 minutes 1/2.	0 c. c. 05
5 minutes.	0 c. c. 05
10 minutes	0 c. c. 06
20 minutes	0 c. c. 08
1 heure.	0 c. c. 13
2 heures	0 c. c. 14

Expérience XI.

On notera dans cette expérience que l'animal a expulsé le contenu de son rectum 1 h. 40 après l'injection. Nous avons laissé néanmoins l'expérience se poursuivre et nous avons dosé l'alcool 3 heures et 5 h. 40 après l'évacuation du rectum. Nous avons pu démontrer ainsi la chute rapide de l'alcool dans le sang, l'absorption étant supprimée ; et, d'autre part, ayant dosé dans les matières fécales expulsées la quantité d'alcool, nous avons pu nous rendre compte de l'intensité considérable de l'absorption de ce corps par la muqueuse rectale, absorption qui fut en 1 h. 40 de 84 %.

Chien ♂, jeune. Poids : 5 kilogrammes. A jeun depuis 36 heures. Il recevra dans le rectum 2 c. c. d'alcool par kilogramme, soit 10 c. c. d'alcool absolu ou 25 c. c. d'alcool à 40 %. On découvre l'artère carotide droite de l'animal.

11 h. 18 min. 30 sec. à 11 h. 19 m. 30 sec. Injection dans le rectum, à 8 centimètres de profondeur, des 25 c. c. d'alcool à 40 %.

11 h. 20'30" : soit une minute après l'injection, première prise de 10 c. c. de sang artériel.

11 h. 22 : soit deux minutes trente secondes après l'injection, deuxième prise de 10 c. c. de sang artériel.

11 h. 24'30" : soit cinq minutes après l'injection, troisième prise de 10 c. c. de sang artériel.

11 h. 34'30" : soit quinze minutes après l'injection, quatrième prise de 10 c. c. de sang artériel.

11 h. 49'30" : soit trente minutes après l'injection, cinquième prise de 10 c. c. de sang artériel.

12 h. 19'30" : soit une heure après l'injection, sixième prise de 10 c. c. de sang artériel.

12 h. 40 : Soit 1 h. 20 après l'injection, l'animal détaché expulse le contenu de son rectum. On recueille les matières expulsées, elles sont jaune pâle et semi-liquides; elles pèsent 45 grammes. L'animal a salivé abondamment pendant toute la durée de l'expérience.

15 h. 40 : soit quatre heures vingt après l'injection, septième prise de 10 c. c. de sang artériel.

18 h. 20 : soit sept heures après l'injection, huitième prise de 10 c. c. de sang artériel.

Analyses. — Voici le résultat de nos analyses (voir plus haut, p. 26, l'expérience IX détaillée).

PRISES DE SANG après :	ALCOOL pour 100 c. c. de sang artériel
1 minute	0 c. c. 02
2 minutes 1/2.	0 c. c. 056
5 minutes.	0 c. c. 09
15 minutes	0 c. c. 1575
30 minutes	0 c. c. 195
1 heure.	0 c. c. 2
4 heures 20.	0 c. c. 07
7 heures	0 c. c. 016

Dosage de l'alcool dans les matières fécales. — On a prélevé 2 gr. 5 sur les 45 grammes de matières expulsées. On les a distillés en présence de 75 c. c. d'acide picrique en solution saturée et l'on a dosé l'alcool. On a trouvé : 0 c. c. 09, ce qui correspond pour la totalité des matières à :

$$\frac{0,09 \times 45}{2,5} = 1. \text{ c. c. } 6.$$

Quantité absorbée par le rectum. — Comme on l'a vu plus haut, nous avons injecté 10 c. c. d'alcool. Nous retrouvons 1 c. c. 6. La muqueuse a donc absorbé la différence : soit : 10 — 1,6, soit : 8 c. c. 4, ce qui représente l'absorption considérable de 84 % de la quantité injectée.

C. — Mesure des tensions de vapeur.

Nous avons pensé qu'il serait intéressant de mesurer les variations des tensions de vapeur de l'éther, soit pur, soit dans les mélanges éthéro-huileux.

Nous avons voulu voir en effet si l'adjonction de l'huile à

l'éther abaissait considérablement la tension de vapeur et justifiait l'emploi d'une technique qui a été généralement suivie aussitôt que recommandée. Nous avons opéré à la température ordinaire, et, dans une étuve, à des températures voisines de celle de l'organisme.

Nous avons fait ces mesures en employant des tubes de Torricelli dans lesquels nous avons introduit soit de l'éther pur, soit des mélanges à teneur variable d'huile et d'éther : $3/4$, $1/2$ et $1/4$ éther pour, respectivement : $1/4$, $1/2$ et $3/4$ huile. A cet effet, dans un tube en verre de 80 à 85 centimètres, fermé à une extrémité, on introduit du mercure jusqu'à environ 5 centimètres du bord. On complète avec l'éther pur ou les mélanges à teneur déterminée et on retourne ce tube fermé avec le doigt sur la cuve à mercure. Le mercure baisse dans le tube et la tension de vapeur T (saturante puisqu'il s'y trouve un excès de liquide) est mesurée par la différence entre la pression atmosphérique H au moment de l'expérience et la hauteur du mercure h observée dans notre tube au-dessus du niveau de la cuve.

Les expériences pour des températures voisines de celle de l'organisme ont été conduites de la même façon, si ce n'est que les tubes de Torricelli étaient placés dans une grande étuve. Nous avons laissé s'établir l'équilibre et noté la température au moyen d'un thermomètre très précis, à chemise métallique, de 0 m. 60 de hauteur, donnant le $1/10$ de degré.

Nous avons, bien entendu, supprimé pour ces températures l'expérience avec l'éther pur, le point d'ébullition étant inférieur à 37° ($34^{\circ} 97$, Regnault).

Voici le résultat de nos expériences :

Expériences à 12° . — Quatre tubes ayant été préparés comme il vient d'être dit, on note :

1 ^o Ether pur	H = 750	h = 425	T = 325 mm.
2 ^o Mélange $3/4$ éther, $1/4$ huile	H = 750	h = 445	T = 305 mm.
3 ^o Mélange $1/2$ éther, $1/2$ huile	H = 750	h = 470	T = 280 mm.
4 ^o Mélange $1/4$ éther, $3/4$ huile	H = 750	h = 535	T = 215 mm.

Expériences à 31° . — Trois tubes sont placés dans l'étuve. L'expérience donne les résultats suivants :

1 ^o Mélange $3/4$ éther, $1/4$ huile	H = 757	h = 116	T = 641 mm.
2 ^o Mélange $1/2$ éther, $1/2$ huile	H = 757	h = 189	T = 568 mm.
3 ^o Mélange $1/4$ éther, $3/4$ huile	H = 757	h = 364	T = 393 mm.

Expériences à 36° et à 37°. — Nous avons noté les chiffres suivants (faisons toutefois remarquer que le premier se rapporte à la température de 36° 5 et les trois autres à la température de 37°) :

1° Mélange $\frac{3}{4}$ éther, $\frac{1}{4}$ huile. . .	H = 757	h = 0	T = 757 mm. (1)
2° Mélange $\frac{1}{2}$ éther, $\frac{1}{2}$ huile. . .	H = 757	h = 73	T = 684 mm.
3° Mélange $\frac{1}{4}$ éther, $\frac{3}{4}$ huile. . .	H = 757	h = 304	T = 453 mm.

On déduit de ces expériences que la tension de vapeur du mélange $\frac{3}{4}$ éther et $\frac{1}{4}$ huile, à 36° 5, a une tension de vapeur de 757 millimètres; c'est dire qu'à la température normale de l'organisme ce mélange entre en ébullition. Dès lors il se comporte comme l'éther pur qui, d'après Regnault, bout à 34° 9; et l'on peut se demander quel en est l'intérêt, puisque ce mélange à 37° est, comme l'éther pur, en pleine ébullition. Ces expériences nous montrent donc qu'il serait plus rationnel d'employer le mélange $\frac{1}{2}$ éther, $\frac{1}{2}$ huile, dont la tension de vapeur est notablement inférieure.

4. La tension de vapeur étant égale à la pression atmosphérique, on en conclut que 36° 5 est le point d'ébullition du mélange $\frac{3}{4}$ éther et $\frac{1}{4}$ huile sous la pression de 757 millimètres.

CHAPITRE III

DISCUSSION DES OBSERVATIONS CLINIQUES ET DES EXPÉRIENCES SUR L'ANIMAL. ESSAI D'INTERPRÉTATION DES RÉSULTATS

1° Discussion des observations cliniques.

Nous avons rapporté dans le chapitre I^{er} de ce travail (page 7) 9 observations cliniques, nous avons maintenant à les discuter.

En employant, comme on a pu le voir, à peu de chose près la même technique, nous avons eu 4 très bonnes anesthésies (observations I, IV, V et VIII), mais avec sommeil prolongé, 3 anesthésies médiocres (observations II, VI et VII) et 2 échecs complets (observations III et IX). Il nous a toujours fallu un aide surveillant de près le malade. Signalons enfin 2 cas de rectite aiguë (observations VIII et IX) nécessitant un traitement spécial.

Il est vrai que si pour nos deux échecs la cause de l'un n'a pas été expliquée de façon certaine, celle de l'autre nous paraît résider dans la lésion hépatique de l'opéré (abcès du foie, observation III, page 7), ce qui constitue, en raison de la gêne de la circulation porte, une contre-indication à l'anesthésie par voie rectale.

Je ne veux pas établir de pourcentage pour un nombre si réduit d'observations, mais je tiens à faire remarquer que nos résultats sont à peu près du même ordre que ceux signalés par les différents auteurs et en particulier ceux de M. Vitrac⁽¹⁾ [*Société de Chirurgie*, rapport de M. Wiart, anesthésies par-

1. M. VITRAC. *Anesthésie générale par l'éther administré par voie rectale*, rapport de M. P. WIART, *loc. cit.*

faites dans la moitié des cas], de M. Lorenz Monod ⁽¹⁾ [même proportion], de M. Jean Vidal ⁽²⁾ [18 observations, 10 bonnes anesthésies], etc.

Dans ces conditions, l'incertitude de la méthode, les dangers de rectite consécutive, ont décidé M. David, chirurgien de notre équipe, à l'abandonner définitivement après ces 9 anesthésies.

Discutons cependant ses indications et ses contre-indications.

Elle a tout d'abord des contre-indications formelles sur lesquelles tous les auteurs nous paraissent d'accord ; ce sont : les lésions de l'intestin, même l'état douteux de celui-ci, les interventions sur l'abdomen, le périnée et les organes génitaux.

Ses indications nous paraissent véritablement peu nombreuses. Chez certains sujets qui redoutent l'anesthésie générale, chez les nerveux et les pusillanimes en particulier, elle peut être tentée. C'est surtout dans les interventions pour lésions pulmonaires, où l'on ne veut pas ajouter un nouveau traumatisme au poumon, cet organe fonctionnant alors seulement comme organe d'élimination de l'éther, qu'elle trouve son indication principale. On a recommandé également la méthode dans l'opération du goitre où l'angoisse du sujet est augmentée de la tachycardie et de l'état nerveux, lorsqu'il y a intérêt à ce que le sommeil se prolonge, à ce que le réveil soit calme.

En résumé, ses indications semblent être faites surtout des contre-indications des autres procédés d'anesthésie. Elle a le principal inconvénient de ne donner aucune certitude au chirurgien qui l'emploie, d'être pour celui-ci une arme dont il n'est pas le maître et qui peut être dangereuse. Mentionnons en particulier les cas de rectite grave (lésions de la muqueuse, phlegmons consécutifs, hémorragies graves, sphacèle, escarres) signalés par différents auteurs, tant chez l'homme que chez l'animal. Nous empruntons à la communication de F. Legueu, L. Morel et H. Verliac à la *Société de Biologie* ⁽³⁾ la description de ces lésions constatées sur l'animal.

1. LORENZ MONOD. Contribution à l'étude de l'éthérisation rectale, technique, résultats, indications, *Thèse Paris*, 1920, 96 p.

2. JEAN VIDAL. Contribution à l'étude de l'anesthésie générale par éthérisation intrarectale, *Thèse Paris*, 1920, 43 p.

3. F. LEGUEU, L. MOREL et H. VERLIAC. La narcose par voie rectale. *C. R. de la Société de Biologie*, 1909, t. LXVI, p. 908.

« Quel est l'état de l'intestin après le passage des vapeurs d'éther ? Avec le procédé classique, nous avons réalisé de fréquentes lésions de l'intestin (dix-huit fois sur 20 lapins; une fois sur 5 chats; deux fois sur 7 chiens), comparables aux lésions constatées par les chirurgiens. Surtout localisées au gros intestin, elles consistent en œdème de la sous-muqueuse, congestion intense de la muqueuse, ulcérations profondes; parfois, de la muqueuse, il ne reste plus que des vestiges de papilles infiltrées de sang et de polynucléaires. Ces lésions qui se traduisent cliniquement par de la diarrhée, des hémorragies graves, etc., sont imputables à l'action nocive de l'éther vaporisé sur la muqueuse rectale ».

Chez l'homme signalons l'étude de Savignac et Vidal (1).

Dans un autre ordre d'idées, rappelons les cas de mort signalés par MM. Dujarier et Ombrédanne, l'impressionnante statistique rapportée par M. Wiart à la *Société de Chirurgie* de 8 morts et de 8 accidents graves sur moins de 2.500 anesthésies, et plus récemment le cas de mort par rectite de MM. Lannois et Jacob signalé à la *Société des Sciences médicales de Lyon* (2).

2° Discussion des expériences sur l'animal et considérations théoriques sur l'absorption et l'élimination quantitatives de l'éther.

Absorption de l'éther par le rectum et anesthésie. — Les résultats des expériences, que nous avons faites sur l'animal, nous montrent que dans deux cas seulement nous avons obtenu dans le sang une quantité d'éther assez considérable pour provoquer, dans un cas l'anesthésie (expérience III, page 19), et dans l'autre cas une analgésie à peu près complète, pendant un temps assez court (expérience IV, page 22).

Dans l'expérience II, page 18, nous avons constaté un état de torpeur avec conservation des réflexes; la quantité d'anesthésique dans le sang artériel était de 50 à 60 milligrammes pour

1. Voir R. SAVIGNAC et J. VIDAL. Contribution à l'étude des altérations de la muqueuse du rectum à la suite de la narcose par éthérisation intra-rectale. *Archives des maladies de l'appareil digestif et de la nutrition* 1920, t. X, p. 428-435.

2. LANNOIS et JACOB. Un cas de mort par l'anesthésie à l'éther par voie rectale. *Société des Sciences médicales de Lyon*, séance du 23 juin 1920, in *Presse médicale*, 3 juillet 1920, n° 45, p. 451.

100 c. c., cette dose n'ayant pas été dépassée quoique nous ayons retiré, à la fin de l'expérience, du rectum de l'animal un liquide ayant une forte odeur étherée.

Notre seul cas d'anesthésie parfaite est détaillé dans l'expérience III, page 19, mais nous avons eu une alerte très vive, avec refroidissement général de l'animal, arrêt de la respiration, dilatation pupillaire, et ce n'est que grâce à des soins immédiats et très énergiques que nous avons pu le rappeler à la vie et terminer cette expérience qui fut certainement la plus démonstrative. Signalons ce fait que dans l'expérience IV, page 22, après avoir atteint très rapidement une quantité d'éther importante dans le sang (96 milligrammes pour 100 c. c. de sang veineux) avec une pression artérielle si faible que les prises de sang à l'artère fémorale étaient impossibles, nous n'avons pas eu d'anesthésie à proprement parler mais plutôt une analgésie. La seconde expérience faite sur ce même animal une heure après la première injection d'éther nous a montré (expérience V, page 22) que l'absorption fut à peu près insignifiante (17 milligrammes pour 100 c. c. de sang). Nous en donnons plus loin un essai d'explication (voir page 44).

La syncope mortelle de l'expérience VII est probablement due à l'introduction d'air dans la circulation veineuse; nous ne pouvons pas la considérer comme une syncope due à l'injection rectale d'éther.

Nous avons essayé dans une de nos expériences (expérience VIII, page 24) de maintenir à peu près constante la quantité d'éther dans le rectum par des injections successives pendant plus d'une heure. Nous avons observé ainsi dans le sang une quantité d'éther constante mais insuffisante pour produire l'anesthésie (40 milligrammes pour 100 c. c. de sang).

Absorption de l'alcool par le rectum. Intensité de cette absorption. — Nos expériences sur l'absorption de l'alcool par la muqueuse rectale (expériences IX, X et XI, pages 25, 27 et 29) ont confirmé les observations précédentes, nous montrant que cette muqueuse absorbe l'alcool rapidement et en quantité considérable, puis la quantité dans le sang reste sensiblement constante, l'élimination se faisant ensuite lentement.

Dans l'expérience XI, page 29, l'animal ayant évacué le contenu de son rectum 1 h. 10 après l'injection, nous avons

mesuré la quantité d'alcool qui s'y trouvait. Nous avons donc eu par différence la quantité absorbée à ce moment qui était de 84 %.

Il résulte des travaux de Gréhant et de Nicloux que si l'on injecte dans l'estomac 2 c.c. d'alcool par kilogramme d'animal, un plateau s'établit avec une quantité d'alcool de 0 c.c. 2 pour 100 c.c. de sang. Nous avons trouvé pour l'absorption de l'alcool par la muqueuse rectale des résultats absolument comparables.

Mesures physiques. — Nos mesures de tension de vapeur nous ont montré la diminution apportée par l'huile à la tension de vapeur des mélanges éthéro-huileux. L'éther qui bout au-dessous de la température normale de l'organisme ⁽¹⁾ se vaporiserait, seul, trop rapidement. Puisque 74 grammes d'éther (poids moléculaire) occupent 2 volumes, c'est-à-dire 22 lit. 34, on voit que la quantité moyenne injectée à l'homme, qui est de 120 grammes environ, occuperait en se volatilissant un volume de 36 litres, ce qui, *a priori*, ne peut être que dangereux.

Calcul de la quantité totale d'éther nécessaire pour produire l'anesthésie. — Un calcul, très approximatif, peut nous montrer quelle quantité moyenne d'éther est nécessaire à un homme, d'un poids donné, pour provoquer l'anesthésie, si nous supposons : 1° que les quantités d'éther dans le sang nécessaires pour produire l'anesthésie sont les mêmes pour l'homme que pour le chien, ce qui n'est pas évident *a priori*; 2° qu'il n'y a pas eu au préalable injection de morphine. Dans ces conditions on a vu plus haut, pages 12 et 13, que, d'après les travaux de Nicloux, 100 c.c. de sang renferment, au moment de l'anesthésie déclarée 130 milligrammes d'éther, et au moment de la mort 170 milligrammes. D'autre part, les chiffres du tableau, page 13, donnent, en groupant tous les tissus, une moyenne de 160 milligrammes d'éther pour 100 grammes de tissu, c'est-à-dire un peu moins d'éther que dans le sang. On peut donc admettre qu'au moment de l'anesthésie la quantité d'éther dans les tissus est un peu inférieure à 130 milligrammes qui est celle contenue dans le sang. Ainsi, au moment de l'anesthésie déclarée, la quantité moyenne d'éther pour 100 grammes de poids d'homme

1. Voici les températures d'ébullition de l'éther d'après les auteurs les plus qualifiés : 34°97 (REGNAULT); 34°6 sous 762 millimètres (SCHIFF).

serait de 120 milligrammes environ. Pour un homme de 70 kilogrammes, elle serait de :

$$\frac{70.000 \times 0,12}{100} = 84 \text{ grammes.}$$

Il faudrait donc à peu près cette quantité de 84 grammes d'éther absorbé pour produire l'anesthésie.

Calcul de la quantité d'éther éliminée par le poumon. — Après avoir calculé la quantité d'éther nécessaire pour produire l'anesthésie, il nous faut maintenant tenir compte, en outre de l'éther non absorbé par le rectum, et encore et surtout de la quantité considérable d'éther éliminée à chaque instant et dès le début de l'injection rectale par le poumon. Nous avons constaté, en effet, que quelques secondes après l'injection rectale l'haleine a déjà une odeur fortement éthérée. Si l'on se reporte au tableau d'élimination de l'éther, page 13, on se rend facilement compte qu'une très grande quantité d'éther va être nécessaire pour produire l'anesthésie en le donnant par voie rectale. Nous pouvons, en consultant ce tableau, calculer approximativement la quantité d'éther éliminée par le poumon. Si nous choisissons la quantité la plus faible (exp. I, sang veineux), nous voyons que dans les trois premières minutes 100 grammes de sang veineux passent de 102 milligrammes à 92 milligrammes d'éther, ce qui correspond à une perte de 10 milligrammes. Un homme ayant 5 litres de sang perdra donc :

$$\frac{0,01 \times 5.000}{100} = 0 \text{ gr. } 5$$

en trois minutes et par heure 20 fois plus, c'est-à-dire 10 grammes, ce qui est un minimum. Le poumon fonctionnera en quelque sorte comme une soupape continuellement ouverte dont le débit, fonction de la ventilation pulmonaire, est, on le conçoit, éminemment variable. Si nous admettons que 84 grammes d'éther au moins sont nécessaires pour provoquer le sommeil anesthésique d'un homme de 70 kilogrammes, nous serons obligés d'ajouter une quantité d'éther représentant non seulement celle qui ne sera pas absorbée, mais encore celle qui sera éliminée par le poumon à chaque instant et pendant toute la durée de l'anesthésie. Ceci justifie pleinement les quantités

d'éther nécessaires pour produire l'anesthésie chez l'homme, qui correspondent à 1 gr. 5 à 2 grammes par kilogramme.

Puisque le poumon fonctionne à chaque instant comme organe d'élimination, lorsque la quantité d'éther éliminée par le poumon sera égale à la quantité absorbée par le rectum, il s'établira un état d'équilibre qui se traduira sur la courbe sous forme de plateau. En général à ce moment la quantité dans le sang sera insuffisante pour provoquer l'anesthésie. Il n'est toutefois pas impossible que cette quantité eût été suffisante si l'animal avait reçu préalablement une injection de morphine, comme ce fut le cas dans les anesthésies que nous avons faites sur l'homme.

3° *Essai d'interprétation des résultats expérimentaux.*

Nous devons maintenant donner un essai d'interprétation physiologique des résultats de nos expériences. Il faut, autant que possible, donner une explication de l'incertitude de l'anesthésie par voie rectale et de la forme générale de nos courbes d'absorption qui résument les expériences faites sur l'animal.

Première hypothèse. — De la communication faite à la *Société de Biologie* par MM. F. Legueu, L. Morel et H. Verliac (¹), nous extrayons le développement d'une première hypothèse qui, au point de vue clinique, peut expliquer les variations de l'absorption que nous avons observées suivant les individus.

« Comment s'effectue la progression des vapeurs d'éther dans l'intestin? Très irrégulièrement, tant chez l'homme que chez les animaux, l'obstacle opposé par la valvule iléo-cæcale variant d'une espèce et d'un sujet à l'autre. Il peut être impossible de forcer la valvule, généralement on y parvient. Lorsque la valvule est forcée d'emblée, l'absorption de l'éther s'étend du coup à tout l'intestin, d'où anesthésie rapide, régulière, avec le minimum d'éther (pas d'accidents). Lorsque la valvule se laisse difficilement forcer, l'anesthésie se fait en deux temps: 1° le gros intestin se distend seul (anesthésie insuffisante, douloureuse et possibilité de rupture cæcale); 2° la valvule cède, et une trop grande quantité de vapeurs d'éther se répand brusquement dans l'intestin grêle (accidents cardio-pulmonaires, collapsus, probables). Poncet avait déjà signalé ce danger. Il y a donc intérêt à rendre la

1. F. LEGUEU, L. MOREL et H. VERLIAC. La narcose par voie rectale. *C. R. de la Société de Biologie*, 1909, t. LXVI, p. 908.

valvule inexistante. Nous y parvenons chez l'animal, par l'administration préalable d'atropine-morphine, ou par l'inhalation première de bromure d'éthyle. Dès lors la tonicité valvulaire vaincue, les vapeurs anesthésiques propulsées par le rectum progressent librement vers l'orifice oral, le sphincter pylorique ne leur opposant aucun obstacle. On obtient ainsi une narcose régulière, sans à-coups, comparable d'un sujet à l'autre et singulièrement raccourcie de toute la phase d'imprégnation préanesthésique, longue avec l'éther seul. »

Absorption de l'éther en rapport avec des modifications ou des lésions de la muqueuse. — Il est toutefois difficile de comprendre, en admettant uniquement cette première hypothèse, la chute brusque, toujours constatée, de la quantité d'éther dans le sang après un maximum rapidement atteint. Il semble au contraire que dans les cas favorables, tout le tube digestif continuant à absorber l'éther dans les mêmes conditions qu'au début de l'expérience, la quantité d'éther dans le sang devrait rester à partir de ce maximum sensiblement constante, ce qui est manifestement contraire aux expériences résumées par nos courbes.

Suivons le chemin parcouru par l'éther avant de parvenir aux centres nerveux.

L'éther injecté dans le rectum, et absorbé à ce niveau, passe dans la circulation veineuse ; il arrive ainsi au poumon par l'intermédiaire de la veine cave, du cœur droit et de l'artère pulmonaire. Au niveau du poumon le sang élimine une partie de l'éther absorbé et transporte l'autre partie à tous les tissus, par les veines pulmonaires, le cœur gauche, et par les artères, en particulier jusqu'aux centres nerveux. On comprend donc qu'au niveau du poumon une partie importante de l'éther absorbé par le rectum va être éliminée (voir plus haut).

Les variations de la ventilation pulmonaire expliquent donc également les résultats variables que nous avons obtenus avec les mêmes quantités d'éther et en suivant la même technique ; mais cette donnée ne nous paraît pas encore suffisante. Il est bien certain en effet que si la quantité d'éther absorbée est plus grande que la quantité éliminée, on verra l'éther augmenter dans le sang ; dans le cas contraire, même s'il y a encore absorption notable, la quantité d'éther dans le sang diminuera. Or, l'on voit en examinant nos courbes que tout d'abord l'éther absorbé croît rapidement dans le sang, ce qui prouve le pou-

voir bien supérieur d'absorption du rectum au pouvoir d'élimination du poumon dans les premières minutes, quoique l'odeur fortement éthérée de l'haleine démontre que ce dernier est dès ce moment vraiment très important. Puis brusquement on constate une chute rapide de l'éther dans le sang jusqu'à une quantité faible de 20 à 30 milligrammes pour 100 c.c. qui reste sensiblement constante ou qui n'est que très lentement décroissante. Comme d'autre part il est rationnel de penser que le pouvoir d'élimination du poumon est resté sensiblement constant, ne s'est-il rien passé du côté de l'organe d'absorption, c'est-à-dire du rectum?

Hypothèse nouvelle. — Nous pouvons donc nous demander si, à la suite d'une injection rectale d'éther, il n'y a pas très rapidement des modifications ou des lésions de la muqueuse qui diminuent son pouvoir d'absorption. C'est ce que nous allons examiner.

Considérons tout d'abord l'expérience V, page 22. Une heure après le début de l'injection la quantité dans le sang n'était plus que de 15 milligrammes pour 100 c. c. alors qu'elle avait atteint 96 milligrammes après 15 minutes. Or, une deuxième injection à ce moment fait passer la quantité d'éther dans le sang de 15 à 17 milligrammes seulement, ce qui prouve une absorption à peu près nulle.

D'autre part, dans l'expérience X, page 27, nous avons fait une injection intrarectale d'alcool de 2 c. c. par kilogramme à un animal ayant servi vingt-quatre heures auparavant à une de nos expériences avec l'éther. Si notre hypothèse est exacte, c'est-à-dire si la muqueuse étant lésée absorbe moins, nous devons constater une diminution de son pouvoir d'absorption pour cette même substance : l'alcool. C'est justement ce que l'expérience a prouvé. Il suffit pour s'en rendre compte d'examiner les courbes de la page 28 traduisant les résultats des expériences IX, X et XI. On y voit que dans la première heure, — seule période intéressante au point de vue de l'absorption — la quantité d'alcool dans le sang de l'animal éthérisé la veille est environ la moitié de la quantité contenue dans le sang de l'animal normal.

Il nous a donc paru vraisemblable d'admettre que la muqueuse rectale présentait des modifications suffisantes pour que

l'absorption, dans l'une comme dans l'autre expérience, fût arrêtée (expérience V avec l'éther) ou très fortement diminuée (expérience X avec l'alcool).

Mais cette hypothèse est encore étayée par les observations anatomo-pathologiques et par la clinique même. Ce sont Legueu, Morel et Verliac ⁽¹⁾ qui ont signalé, comme nous l'avons vu plus haut, des lésions de l'intestin chez l'animal. Ce sont Savignac et Vidal ⁽²⁾ qui publient un mémoire signalant les lésions variables de la muqueuse rectale chez l'homme, constatées par des examens rectoscopiques. Que ces lésions ne soient pas constantes, nous l'admettons, et dans ces conditions favorables l'anesthésie se poursuivra normalement.

En résumé, les physiologistes comme les chirurgiens ont constaté des lésions de la muqueuse à la suite de l'injection d'éther. Nous-même avons noté une chute brusque de la quantité d'éther dans le sang après un maximum rapidement atteint ainsi que des variations individuelles d'absorption. Il nous paraît donc rationnel de voir là une relation de cause à effet et d'imputer la diminution du pouvoir d'absorption, et l'anesthésie imparfaite qui en est la conséquence, aux modifications, voire même aux lésions, de la muqueuse consécutives à l'injection rectale d'éther.

1. *Loc. cit.*

2. *Loc. cit.*

CONCLUSIONS

De ce travail consacré à l'étude clinique et expérimentale de l'anesthésie par injection rectale d'éther, nous pouvons tirer les conclusions suivantes :

A. OBSERVATIONS CLINIQUES. — Neuf anesthésies ont été pratiquées. Nous avons obtenu quatre fois une anesthésie suffisante (observations I, IV, V et VIII), trois anesthésies médiocres (observations II, VI et VII) et deux échecs complets (observations III et IX). Deux cas d'inflammation grave de la muqueuse rectale (observations VIII et IX) nous ont fait abandonner cette méthode. Nous avons, dans le chapitre III, page 33, discuté les indications de l'anesthésie par éthérisation rectale qui sont, en définitive, peu nombreuses et qui nous semblent faites surtout des contre-indications des autres méthodes d'anesthésie.

B. RECHERCHES EXPÉRIMENTALES. — I. *Expériences sur l'animal.*
— Nos expériences ont été faites sur le chien. Nous avons dosé l'éther dans le sang à des intervalles de temps variables après l'injection rectale. Ces dosages ont montré qu'il était difficile, sinon impossible, d'atteindre la dose qui, dans le sang, produit l'anesthésie, c'est-à-dire 100 à 120 milligrammes d'éther pour 100 c. c. de sang, d'après Nicloux. Sur huit animaux, un seul a dormi; la quantité d'éther dans le sang s'élevait à 100 milligrammes pour 100 c. c. (expérience III, page 49). Elle a atteint 96 milligrammes pour 100 c. c. dans une autre expérience (expérience IV, page 22), mais, d'une façon générale, a oscillé entre

20 et 50 milligrammes pour 100 c. c. de sang sans ébauche d'anesthésie.

Nous avons observé d'autre part que la muqueuse rectale perd une partie de son pouvoir d'absorption quand on tente une anesthésie sur un animal ayant déjà servi à une précédente expérience (expérience V, page 22).

II. *Absorption de l'alcool par la muqueuse rectale.* — Le fait précédent a été, d'ailleurs, confirmé par des expériences avec l'alcool. Nous avons constaté que la muqueuse rectale d'un animal ayant reçu auparavant une injection d'éther absorbe une quantité d'alcool très notablement inférieure à celle absorbée par le rectum de l'animal sain.

Nos expériences ont montré, page 25, le pouvoir considérable d'absorption, absolument comparable à celui de l'estomac, de la muqueuse rectale pour l'alcool.

III. *Mesure des tensions de vapeur.* — On trouvera page 30 un certain nombre d'expériences sur les mesures des tensions de vapeur des différents mélanges d'éther et d'huile à des températures voisines de celle de l'organisme.

IV. *Interprétation des résultats.* — Nos expériences nous ont conduit, pour expliquer les variations d'absorption de l'éther par le rectum, à formuler l'hypothèse suivante (voir pour les détails, le chapitre III, page 39, consacré à l'interprétation des résultats) : le rectum possède un pouvoir d'absorption considérable, mais qui serait rapidement diminué par des modifications de la muqueuse immédiatement consécutives à l'injection rectale d'éther et variables suivant les individus. Dès lors, puisque le poumon fonctionne comme organe d'élimination, si le rectum absorbe moins d'éther, la quantité d'anesthésique éliminée au niveau du poumon devient supérieure à celle absorbée par le rectum et l'éther diminue rapidement dans le sang. Il arrive un moment où ces deux quantités, absorbée et éliminée, sont à peu près égales pendant un certain temps et où la quantité dans le sang reste sensiblement constante, mais habituellement cette quantité n'est pas suffisante pour provoquer ou maintenir l'anesthésie. C'est ce que montrent fort bien nos courbes.

Nos observations cliniques, corroborées par l'étude expéri-

mentale de l'anesthésie par éthérisation rectale, nous permettent de formuler notre opinion nettement : ce mode d'anesthésie qui ne semble pas avoir d'indication bien formelle ne saurait être que très exceptionnellement préféré à l'anesthésie par inhalation, moins brutale dans son emploi et plus sûre dans ses résultats.

Vu : bon, à imprimer :

Le Président de la Thèse,

F. LEGUEU

Vu et permis d'imprimer :

Le Recteur de l'Académie de Paris,

Vu

P. APPELL

Le Doyen de la Faculté,

H. ROGER

TABLE DES MATIÈRES

Pages

INTRODUCTION	1
------------------------	---

CHAPITRE PREMIER

ÉTUDE ET OBSERVATIONS CLINIQUES

I. Préparation et technique de l'anesthésie chez l'homme . . .	5
II. Observations cliniques.	7

CHAPITRE II

ÉTUDE EXPÉRIMENTALE

I. Physiologie de l'anesthésie, plus particulièrement au point de vue chimique.	11
II. Recherches personnelles	14
A. Technique de l'anesthésie par voie rectale, chez le chien. . .	14
Dosage de l'éther dans le sang par la méthode de Nicloux. . .	15
B. Expériences.	17
1) absorption de l'éther par la muqueuse rectale. . .	17
2) absorption de l'alcool par la muqueuse rectale. . .	25
C. Mesure des tensions de vapeur.	30

CHAPITRE III

DISCUSSION DES OBSERVATIONS CLINIQUES ET DES EXPÉRIENCES SUR L'ANIMAL. ESSAI D'INTERPRÉTATION DES RÉSULTATS

I. Discussion des observations cliniques	33
II. Discussion des expériences sur l'animal et considérations théoriques sur l'absorption et l'élimination quantitatives de l'éther.	35
III. Essai d'interprétation des résultats expérimentaux.	39
CONCLUSIONS	43

PARIS. — L. MARETHEUX, IMPRIMEUR, 1, RUE CASSETTE
